

# Modulhandbuch

für den Studiengang

Master of Science Medizintechnik

(Prüfungsordnungsversion: 20222)

Dieses Modulhandbuch gilt für  
Studierende nach FPO 2022 und  
2023.

# Inhaltsverzeichnis

Freie Wahl Uni / Free Choice Uni (1500).....	13
Masterarbeit (M.Sc. Medizintechnik 20222) (1999).....	14
Medizinische Vertiefung / Medical specialisation modules	
Anatomie und Physiologie für Nichtmediziner (22800).....	16
Ethics and Philosophy of AI (47601).....	18
Fundamentals in Anatomy and Physiology for Engineers (47664).....	19
Grundlagen der pflegerischen Versorgungsstruktur (47583).....	21
Management medizinischer Geschäftsprozesse (22560).....	22
Public Health und evidenzbasierte Medizin (47584).....	24
Systems Immunology and Infectiology (47582).....	26
Systems Oncology: bioinformatics and computer modelling in cancer (47588).....	28
M1 Medizinische Vertiefungsmodule	
Applications of nanotechnology in cardiovascular diseases (252989).....	31
Audiologie/Hörgeräteakustik (531683).....	33
Bild am Dienstag - Medizin in Röntgenbildern (746003).....	35
Computertomographie - eine theoretische und praktische Einführung (66995).....	36
Gesundheitssysteme - Akteure, Finanzierung, Innovationen (47628).....	38
Grundlagen der biologischen Strahlenwirkung 1 (948057).....	40
Grundlagen der biologischen Strahlenwirkung 2 (948058).....	41
Grundlagen der biologischen Strahlenwirkung 3 (855580).....	43
Grundlagen der Krankheitserkennung (22520).....	45
Interdisziplinäre Medizin (505188).....	47
Introduction to medical physics in radiation therapy (232733).....	49
Introduction to simulation, network and data analysis in Medical Systems Biology (47703).....	51
Jüngste Entwicklungen der Medizinischen Systembiologie/Advances in Medical Systems Biology (AdvMedSys) (47697).....	53
Lab class on medical physics in radiation therapy (47688).....	55
Medical Device Regulation (47644).....	57
Medical Physics in Nuclear Medicine (355271).....	59
Medizinische Biotechnologie (Vertiefung) (94385).....	61
Movement Neuroscience: Connections between Brain and Muscles in Humans (47674).....	64
Onlinekurs "Angewandte Medizintechnik in der Orthopädie" (961501).....	66
Special topics of medical physics in radiation therapy (47689).....	68
Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering	
Advanced Context Recognition (705737).....	71
Advanced machine learning for anomaly detection (47685).....	72
Advanced Seminar on Medical Electronics and Systems for Ambient Assisted Living AAL (750143).....	74
Applied Neural Engineering: Brain and Spine Neurosurgery and Human/Machine Interfaces (47672).....	76
Catching your eyes: AI-driven modeling and analysis of eye-tracking data (47613).....	78
Cognitive Neurowissenschaften (152989).....	80
Fantastic datasets and where to find them (93174).....	82
Hauptseminar Ausgewählte Kapitel der Navigation und Identifikation (97770).....	84
Hauptseminar Cognitive Science in Engineering (92508).....	86
Hauptseminar Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik (785184).....	87
Hauptseminar Messtechnik (607629).....	89
Interpretation and Analysis of Neural and Muscle Signals (BioSignalIS) (47671).....	91

Interventionelle und Diagnostische Endoskopie (47647).....	94
IT-Sicherheits-Seminar (100657).....	96
Legged Locomotion of Robots + Laborprojekt (LLR-L) (47657).....	97
Legged Locomotion of Robots (LLR) (47656).....	99
Machine Learning [5 ECTS] (358246).....	101
Network medicine (47673).....	104
Neuartige Rechnerarchitekturen (941318).....	105
Physiological Driven Control and Design of Exoskeletons (NEXO) (47669).....	107
Seminar Advanced Algorithms in Medical Image Processing (47643).....	109
Seminar Advanced Deep Learning (47642).....	111
Seminar Advanced Medical Imaging (47541).....	112
Seminar AI and Digitalization in Healthcare (47626).....	114
Seminar Ausgewählte Kapitel der Multimediakommunikation und Signalverarbeitung (914949).....	116
Seminar Autonomous Systems and Mechatronics (92346).....	118
Seminar Biosignals in Rehabilitation Robotics (47599).....	119
Seminar Cognitive Surgical Robotics (47591).....	121
Seminar: Digital Pathology and Deep Learning (47658).....	122
Seminar Fantastic Datasets and where to find them (47586).....	124
Seminar Glas und Keramik für Medizintechnik (885184).....	126
Seminar 'Hallo Welt!' für Fortgeschrittene (319374).....	127
Seminar Hochfrequenztechnik/Mikrowellentechnik (188730).....	129
Seminar Human-Robot Interaction (47667).....	131
Seminar Humans in the Loop: The Design of Interactive AI Systems (93113).....	132
Seminar Informationssysteme im Gesundheitswesen (835405).....	135
Seminar Learning and interaction in medical robotics (47597).....	137
Seminar Machine Learning and Data Analytics for Industry 4.0 (903776).....	139
Seminar Machine Learning in MRI (47619).....	141
Seminar Medizinelektronik und elektronische Assistenzsysteme für den Alltag (987845).....	142
Seminar Medizintechnik (804407).....	144
Seminar MindMove: Real-Time Decoding of Neural Signals into Movement Intent (47543).....	146
Seminar Multi-Core Architecture and Programming (588895).....	148
Seminar Neurophysiology and Neuroengineering applications in sports (47542).....	150
Seminar Photonik/Lasertechnik (406250).....	152
Seminar: Physik in der Medizin (67164).....	154
Seminar Polymerwerkstoffe-Kernfach (605737).....	155
Seminar Quantentechnologien (92352).....	156
Seminar Quantifying lymphocyte dynamics (47581).....	157
Seminar Robotics for the Lower Limb (47627).....	159
Seminar Sprachtechnologie für Sprachpathologien (349413).....	161
Seminar Surgical Robotics Hardware (47592).....	163
Seminar Surgical Robotics Software (47593).....	164
Seminar The why and how of human gait simulations (47595).....	165
Technik in der Orthopädie (985184).....	166
Tracking Olympiad (47612).....	168
<b>M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV)</b>	
Advanced Deep Learning (93873).....	171
Algorithms of Numerical Linear Algebra (352989).....	173
Computer Graphics (43821).....	174
Computergraphik (Vorlesung mit Übung und Praktikum) (43394).....	177
Cyber-Physical Systems (451696).....	180

Cyber-Physical Systems (636348).....	182
Data Science Survival Skills (47677).....	184
Deep Learning (901895).....	186
Digital Communications (47800).....	188
Digitale Bildverarbeitung (45400).....	190
Digitale Signalverarbeitung (93500).....	192
Digitale Übertragung (93510).....	195
Echtzeitsysteme (43940).....	197
Echtzeitsysteme 2 (43945).....	202
Eingebettete Systeme (44410).....	205
Eingebettete Systeme (Vorlesung mit erweiterten Übungen) (209679).....	207
Ereignisgesteuerte Systeme (93540).....	210
Functional Analysis for Engineers (575129).....	212
Geometric Modeling (796399).....	213
Grundlagen der Systemprogrammierung (93181).....	215
Hardware-Software-Co-Design (43490).....	216
Hardware-Software-Co-Design (Vorlesung mit erweiterter Übung) (958291).....	218
Heterogene Rechnerarchitekturen Online (275245).....	220
Information Theory and Coding / Informationstheorie und Codierung (93601).....	223
Kanalcodierung (96270).....	226
Konzeptionelle Modellierung (93130).....	230
Künstliche Intelligenz I (535405).....	232
Künstliche Intelligenz II (532733).....	234
Maschinelles Lernen für Zeitreihen (428256).....	236
Numerik I für Ingenieure (64620).....	238
Numerik II für Ingenieure (64631).....	239
Optimierung für Ingenieure (44050).....	240
Optimierung für Ingenieure mit Praktikum (44060).....	242
Parallele Systeme (43510).....	245
Parallele Systeme (Vorlesung mit erweiterten Übungen) (687796).....	248
Pattern Analysis (44120).....	251
Pattern Recognition (44130).....	254
Quantenelektronik I - Quantentechnologien 1 (92531).....	257
Quanteninformationstechnologie (92555).....	259
Quantenmechanik (92553).....	261
Reconfigurable Computing (43195).....	263
Reconfigurable Computing (Lecture with Extended Exercises) (714289).....	266
Reinforcement Learning (93185).....	269
Scientific Visualization (43722).....	271
Signale und Systeme II (92682).....	273
Speech and Audio Signal Processing (96460).....	275
Statistical Signal Processing (96430).....	278
Systemnahe Programmierung in C (93170).....	281
Systemprogrammierung (93180).....	283
Systemprogrammierung Vertiefung (650143).....	285
Transformationen in der Signalverarbeitung (498723).....	287
<b>M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV)</b>	
AI in medical robotics (93101).....	290
Algorithmische Bioinformatik (47678).....	292
A look inside the human body - gait analysis and simulation (96837).....	294
Auditory Models (96885).....	296
Biomedizinische Signalanalyse (23070).....	297
Computational Magnetic Resonance Imaging (93109).....	301

Computational Neurotechnology / Numerische Neurotechnologie (44200).....	303
Computer Architectures for Medical Applications (44145).....	305
Diagnostic Medical Image Processing (44150).....	307
Gait analysis and simulation+ (47632).....	309
Image and Video Compression (96310).....	311
Interfacing the Neuromuscular system: Applications for Human/Machine Interfaces and Neurophysiology (44157).....	314
Interventional Medical Image Processing (44140).....	316
Magnetic Resonance Imaging (122337).....	319
Magnetic Resonance Imaging 2 + Übung (568977).....	321
Numerische und physikalische Grundlagen von Bildgebungsalgorithmen für die CT-basierte Strahlentherapieplanung (47615).....	323
Visual Computing in Medicine (44481).....	325
<b>M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV)</b>	
Bild-, Video- und mehrdimensionale Signalverarbeitung (96312).....	330
Cognitive Neuroscience for AI Developers (44445).....	333
Computational Medicine I (96838).....	335
Convex Optimization in Communications and Signal Processing (96850).....	338
eBusiness Technologies und Evolutionäre Informationssysteme (710850).....	340
Echtzeitsysteme 2 (43945).....	344
eHealth (742026).....	347
Forensische Informatik (866129).....	349
Globale Beleuchtungsberechnung (43395).....	351
Human Factors in Security and Privacy (658644).....	353
Interaktive Computergraphik (43391).....	356
Knowledge Discovery in Databases mit Übung (43961).....	358
Magnetic Resonance Imaging sequence programming [MRIpulseq] (47663).....	361
Mathematische Bildverarbeitung (506443).....	363
Medizintechnische Anwendungen der Photonik (47650).....	364
Molecular Communications (454183).....	366
Security in Embedded Hardware (172338).....	368
Sichere Systeme (93105).....	371
Speech and Language Processing (44455).....	373
Swarm Intelligence (44500).....	375
Verteilte Systeme (Vorlesung mit Übungen) (649073).....	377
<b>M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (MEL)</b>	
Analoge elektronische Systeme (96500).....	381
Data Science Survival Skills (47677).....	383
Digitale elektronische Systeme (96090).....	385
Digitale Regelung (97360).....	387
Digitale Signalverarbeitung (93500).....	389
Digitaltechnik (92510).....	392
Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik (965073).....	394
Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik (95010).....	397
Grundlagen der Nachrichtenübertragung (392436).....	400
Halbleiterbauelemente (92590).....	402
Mechatronic components and systems (MCS) (92347).....	404
Nachrichtentechnische Systeme (92601).....	406
Passive Bauelemente und deren HF-Verhalten (92610).....	409
Quantenelektronik I - Quantentechnologien 1 (92531).....	411
Quanteninformationstechnologie (92555).....	413
Quantenmechanik (92553).....	415
Regelungstechnik A (Grundlagen) (92650).....	417

Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden) (97060).....	419
Robot mechanisms and user interfaces (92359).....	421
Schaltungstechnik (92660).....	423
Signale und Systeme II (92682).....	425
Speech and Audio Signal Processing (96460).....	427
<b>M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL)</b>	
AI in medical robotics (93101).....	431
Biomedizinische Signalanalyse (23070).....	433
Computational Neurotechnology / Numerische Neurotechnologie (44200).....	437
Elektrische Kleinmaschinen (96130).....	439
Elektromagnetische Felder II (92530).....	441
Elektromagnetische Verträglichkeit (96580).....	443
Halbleitertechnik III - Leistungshalbleiterbauelemente (HL III) (92523).....	445
Halbleitertechnik VI - Flexible Elektronik (HL VI) (92526).....	447
Halbleitertechnologie I - Technologie integrierter Schaltungen (HLT I) (92513).....	449
HF-Schaltungen und Systeme (96220).....	451
Hochfrequenztechnik (92720).....	453
Human-centered mechatronics and robotics (92345).....	455
Image and Video Compression (96310).....	457
Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen (96260).....	460
Interfacing the Neuromuscular system: Applications for Human/Machine Interfaces and Neurophysiology (44157).....	462
Kommunikationselektronik (92730).....	464
Kommunikationsnetze (92290).....	467
Kommunikationsstrukturen (96801).....	469
Leistungselektronik (96630).....	471
Magnetic Resonance Imaging (122337).....	473
Magnetic Resonance Imaging 2 + Übung (568977).....	475
Photonik 1 (92390).....	477
Photonik 2 (96350).....	479
Schaltungen und Systeme der Übertragungstechnik (96410).....	481
<b>M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (MEL)</b>	
Angewandte Elektromagnetische Verträglichkeit (96700).....	484
Berechnung und Auslegung Elektrischer Maschinen (96040).....	485
Bildgebende Radarsysteme (96381).....	487
Bild-, Video- und mehrdimensionale Signalverarbeitung (96312).....	489
Body Area Communications (816185).....	492
Computational Medicine I (96838).....	494
FPGA-Entwurf mit VHDL (914513).....	497
Integrierte Navigationssysteme (96101).....	500
Low Power Biomedical Electronics (96831).....	502
Magnetic Resonance Imaging sequence programming [MRIpulseq] (47663).....	504
Medical Imaging System Technology (800224).....	506
Medizintechnische Anwendungen der HF-Technik (47670).....	508
Medizintechnische Anwendungen der Photonik (47650).....	510
Molecular Communications (454183).....	512
Multiphysics Systems and Components (96841).....	514
Radar, RFID and Wireless Sensor Systems (RWS) (96316).....	516
Werkstoffe der Elektronik in der Medizin (47560).....	518
<b>M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP)</b>	
Biophysik und Biomechanik (67181).....	521
Computational Dynamics (44450).....	522
Data Science Survival Skills (47677).....	524

Digitale Regelung (97360).....	526
Dynamik starrer Körper (94500).....	528
Fertigungsmesstechnik I (97247).....	530
Fertigungsmesstechnik II (96925).....	540
Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik (965073).....	544
Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik (95010).....	547
Kunststoff-Eigenschaften und -Verarbeitung (97141).....	550
Kunststoffe und Ihre Eigenschaften (46950).....	553
Kunststoffverarbeitung (95260).....	555
Lineare Kontinuumsmechanik / Linear Continuum Mechanics (97130).....	557
Maschinenelemente 1 (94705).....	560
Materialmodellierung und -simulation (537468).....	568
Mechatronic components and systems (MCS) (92347).....	570
Mehrkörperdynamik (97270).....	572
Methode der Finiten Elemente (94550).....	576
Methodische Analyse zur Qualitätsverbesserung von Fertigungsprozessen (97252).....	579
Methodisches und rechnerunterstütztes Konstruieren (97160).....	581
Mikromechanik (837601).....	585
Nichtlineare Finite Elemente / Nonlinear Finite Elements (44260).....	586
Nichtlineare Kontinuumsmechanik / Nonlinear Continuum Mechanics (342006).....	588
Nichtlineare Kontinuumsmechanik / Nonlinear Continuum Mechanics (97260).....	590
Numerische und experimentelle Modalanalyse (97265).....	592
Physik der biologischen Materie (66840).....	596
Produktionssystematik (97101).....	597
Prozess- und Temperaturmesstechnik (97248).....	598
Quantenelektronik I - Quantentechnologien 1 (92531).....	602
Quanteninformatikstechnologie (92555).....	604
Quantenmechanik (92553).....	606
Rechnergestützte Messtechnik (96930).....	608
Regelungstechnik A (Grundlagen) (92650).....	613
Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden) (97060).....	615
Robot mechanisms and user interfaces (92359).....	617
Technische Produktgestaltung (97110).....	619
Technische Schwingungslehre (97190).....	624
Umformtechnik (97200).....	627
<b>M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP)</b>	
AI in medical robotics (93101).....	630
A look inside the human body - gait analysis and simulation (96837).....	632
Biomechanik der Bewegung (47680).....	634
Biomechanik: Mechanische Eigenschaften biologischer Materialien (46190).....	635
Computational Neurotechnology / Numerische Neurotechnologie (44200).....	637
Dentale Biomaterialien (MT) (745618).....	639
Einführung in die Biomedizinische Technik (149391).....	641
Gait analysis and simulation+ (47632).....	642
Human-centered mechatronics and robotics (92345).....	644
Interfacing the Neuromuscular system: Applications for Human/Machine Interfaces and Neurophysiology (44157).....	646
Keramische Werkstoffe in der Medizin (MT) (746365).....	648
Medizintechnik I (Biomaterialien) (95801).....	650
Metallische Werkstoffe in der MT (47641).....	652
Polymerwerkstoffe in der Medizin (MT) (960259).....	654
Scannen und Drucken in 3D (46100).....	656

Surfaces of Biomaterials (95891).....	658
Technische Akustik (45431).....	660
Verbundwerkstoffe und Nanomaterialien in der Medizintechnik (656231).....	662
Werkstoffe und Verfahren der medizinischen Diagnostik (675210).....	664
Werkstoffe und Verfahren der medizinischen Diagnostik I (195248).....	665
Werkstoffe und Verfahren der medizinischen Diagnostik I (95860).....	666
Werkstoffe und Verfahren der medizinischen Diagnostik II (95865).....	667
Werkstoffoberflächen in der Medizintechnik (95892).....	668
Zell-Werkstoff-Wechselwirkungen (MT) (464778).....	670
<b>M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (GPP)</b>	
Advanced Upper-Limb Prosthetics (47679).....	672
Biomaterialien für Medizinische Implantate (47545).....	674
Biomaterialien für Tissue Engineering (47480).....	676
Computational Medicine I (96838).....	678
Geometrische numerische Integration (97277).....	681
Gießereitechnik 1 (97086).....	683
Handhabungs- und Montagetechnik (97121).....	688
Integrierte Produktentwicklung (97250).....	690
Kardiologische Implantate (47490).....	695
Kardiologische Implantate 2 (47605).....	697
Konstruieren mit Kunststoffen (95250).....	698
Kunststofftechnik II (97320).....	700
Maschinen und Werkzeuge der Umformtechnik (95150).....	703
Medizintechnische Anwendungen der Photonik (47650).....	705
Multiphysics Systems and Components (96841).....	707
Optical diagnostics in energy and process engineering (42935).....	709
Optical Technologies in Life Science (45730).....	711
Photonics in Medical Technology (47624).....	714
Kunststofftechnik - Technologie der Verbundwerkstoffe (46900).....	716
Umformverfahren und Prozesstechnologien (861589).....	718
Werkstoffe der Elektronik in der Medizin (47560).....	720
<b>M1 Medical specialisation modules (HMDA)</b>	
Anatomie und Physiologie für Nichtmediziner (22800).....	723
Applications of nanotechnology in cardiovascular diseases (252989).....	725
Fundamentals in Anatomy and Physiology for Engineers (47664).....	727
Introduction to medical physics in radiation therapy (232733).....	729
Introduction to simulation, network and data analysis in Medical Systems Biology (47703).....	731
Jüngste Entwicklungen der Medizinischen Systembiologie/Advances in Medical Systems Biology (AdvMedSys) (47697).....	733
Lab class on medical physics in radiation therapy (47688).....	735
Medical Device Regulation (47644).....	737
Medical Physics in Nuclear Medicine (355271).....	739
Medizinische Biotechnologie (Vertiefung) (94385).....	741
Movement Neuroscience: Connections between Brain and Muscles in Humans (47674).....	744
Special topics of medical physics in radiation therapy (47689).....	746
<b>M2 Engineering Core Modules (HMDA)</b>	
Advanced Deep Learning (93873).....	749
Algorithms of Numerical Linear Algebra (352989).....	751
Computer Graphics (43821).....	752
Data Science Survival Skills (47677).....	755
Deep Learning (901895).....	757

Digitale Signalverarbeitung (93500).....	759
Digitale Übertragung (93510).....	762
Functional Analysis for Engineers (575129).....	764
Geometric Modeling (796399).....	765
Heterogene Rechnerarchitekturen Online (275245).....	767
Information Theory and Coding (48410).....	770
Kanalcodierung (96270).....	773
Künstliche Intelligenz I (535405).....	777
Künstliche Intelligenz II (532733).....	779
Maschinelles Lernen für Zeitreihen (428256).....	781
Optimierung für Ingenieure (44050).....	783
Optimierung für Ingenieure mit Praktikum (44060).....	785
Parallele Systeme (43510).....	788
Pattern Analysis (44120).....	791
Pattern Recognition (44130).....	794
Reconfigurable Computing (43195).....	797
Reinforcement Learning (93185).....	800
Scientific Visualization (43722).....	802
Speech and Audio Signal Processing (96460).....	804
Statistical Signal Processing (96430).....	807
Transformationen in der Signalverarbeitung (498723).....	810
<b>M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA)</b>	
Algorithmische Bioinformatik (47678).....	813
A look inside the human body - gait analysis and simulation (96837).....	815
Auditory Models (96885).....	817
Biomedizinische Signalanalyse (23070).....	818
Computational Magnetic Resonance Imaging (93109).....	822
Computational Neurotechnology / Numerische Neurotechnologie (44200).....	824
Computer Architectures for Medical Applications (44145).....	826
Diagnostic Medical Image Processing (44150).....	828
Image and Video Compression (96310).....	830
Interfacing the Neuromuscular system: Applications for Human/Machine Interfaces and Neurophysiology (44157).....	833
Interventional Medical Image Processing (44140).....	835
Magnetic Resonance Imaging (122337).....	838
Magnetic Resonance Imaging 2 + Übung (568977).....	840
Visual Computing in Medicine (44481).....	842
<b>M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA)</b>	
Bild-, Video- und mehrdimensionale Signalverarbeitung (96312).....	847
Cognitive Neuroscience for AI Developers (44445).....	850
Knowledge Discovery in Databases mit Übung (43961).....	852
Low Power Biomedical Electronics (96831).....	855
Magnetic Resonance Imaging sequence programming [MRIpulseq] (47663).....	857
Medical Imaging System Technology (800224).....	859
Molecular Communications (454183).....	861
Security in Embedded Hardware (172338).....	863
Speech and Language Processing (44455).....	866
Swarm Intelligence (44500).....	868
<b>M7 Flexible budget Faculty of Engineering and Economy (HMDA)</b>	
Becoming an Innovative Engineer (47662).....	871
Designing technology (57074).....	873
Implementing innovation (83455).....	875
Innovation and leadership (57053).....	876

Service innovation (57241).....	878
Technology and innovation management (53450).....	880
<b>M1 Medical specialisation modules (MER)</b>	
Applications of nanotechnology in cardiovascular diseases (252989).....	883
Fundamentals in Anatomy and Physiology for Engineers (47664).....	885
Introduction to medical physics in radiation therapy (232733).....	887
Introduction to simulation, network and data analysis in Medical Systems Biology (47703).....	889
Jüngste Entwicklungen der Medizinischen Systembiologie/Advances in Medical Systems Biology (AdvMedSys) (47697).....	891
Lab class on medical physics in radiation therapy (47688).....	893
Medical Device Regulation (47644).....	895
Medical Physics in Nuclear Medicine (355271).....	897
Medizinische Biotechnologie (Vertiefung) (94385).....	899
Movement Neuroscience: Connections between Brain and Muscles in Humans (47674).....	902
Special topics of medical physics in radiation therapy (47689).....	904
<b>M2 Engineering Core Modules (MER)</b>	
Computational multibody dynamics (92860).....	907
Deep Learning (901895).....	909
Empirical Research Methods in Medical Engineering (47622).....	911
Mechatronic components and systems (MCS) (92347).....	914
Robotics 1 (92519).....	916
Robotics Frameworks (92880).....	917
Robot mechanisms and user interfaces (92359).....	919
<b>M3 Medical Engineering Core Modules (MER)</b>	
AI in medical robotics (93101).....	922
Human-centered mechatronics and robotics (92345).....	924
Human-Robot Co-Adaptation (47623).....	926
Rehabilitation and Assistive Robotics (47617).....	928
<b>M5 Medical Engineering specialisation modules (MER)</b>	
Advanced Upper-Limb Prosthetics (47679).....	931
Body Area Communications (816185).....	933
Cognitive Neuroscience for AI Developers (44445).....	935
Computational Neurotechnology / Numerische Neurotechnologie (44200).....	937
Geometrische numerische Integration (97277).....	939
Intent Detection and Feedback (47616).....	941
Photonics in Medical Technology (47624).....	943
<b>M7 Flexible budget Faculty of Engineering and Economy (MER)</b>	
Becoming an Innovative Engineer (47662).....	946
Innovation and leadership (57053).....	948
Interfacing the Neuromuscular system: Applications for Human/Machine Interfaces and Neurophysiology (44157).....	950
Service innovation (57241).....	952
Technology and innovation management (53450).....	954
<b>Medizintechnische Praxismodule / Medical Engineering Practical Modules</b>	
Advanced Methods of Software Engineering (5-ECTS) (380491).....	957
Computational Imaging Project (43932).....	958
Digital transformation project (47684).....	960
DIY - Individual prototyping and systems engineering (V+Ü) (47654).....	962
DIY - Individual prototyping and systems engineering (V+Ü+Projekt) (304635).....	963
EMV-Praktikum (624171).....	967
Hands on Rehabilitation and Assistive Robotics (HandsOnRAR) (93103).....	969

Innovationslabor für Wearable und Ubiquitous Computing (615628).....	971
Interfacing the Neuromuscular System: Laboratory (INS-Lab) (93102).....	974
Laborpraktikum Bild- und Videosignalverarbeitung auf eingebetteten Plattformen (97525).....	975
Laborpraktikum Digitaler ASIC-Entwurf (97500).....	978
Laborpraktikum Digitale Signalverarbeitung (97520).....	981
Laborpraktikum Eingebettete Mikrocontroller-Systeme (PEMSY) (97530).....	983
Laborpraktikum Halbleitertechnologie (92518).....	986
Laborpraktikum Halbleiter- und Bauelementemesstechnik (97570).....	988
Laborpraktikum Human-Robot Interaction (92507).....	990
Laborpraktikum Image and Video Compression (97651).....	992
Laborpraktikum Leistungselektronik (97610).....	994
Laborpraktikum Mobilkommunikation (97640).....	996
Laborpraktikum Sensorik (97690).....	999
Laborpraktikum Statistische Signalverarbeitung (97535).....	1000
Laborpraktikum Systematischer Entwurf programmierbarer Logikbausteine (97720).....	1002
Neurotechnology Project (47629).....	1004
The AMOS Project (SD Role, PROJ 10 ECTS) (93142).....	1007
Praktikum Analog-Digital-Umsetzer (96265).....	1009
Praktikum Architekturen der digitalen Signalverarbeitung (182405).....	1010
Praktikum Automatisierungstechnik (510068).....	1012
Praktikum Communications Systems Design (92356).....	1014
Praktikum Digitale Übertragung (93511).....	1016
Praktikum Elektrische Antriebstechnik MA (490782).....	1020
Praktikum Elektrische Energieversorgung (126738).....	1022
Praktikum Energieelektronik (836673).....	1024
Praktikum Entwurf Integrierter Schaltungen I (96842).....	1026
Praktikum Entwurf Integrierter Schaltungen II (605944).....	1028
Praktikum Hochfrequenztechnik / Mikrowellentechnik 1 (95192).....	1030
Praktikum Hochfrequenztechnik/Mikrowellentechnik 2 (631385).....	1032
Praktikum Hochspannungstechnik (967871).....	1034
Praktikum Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen (96261).....	1036
Praktikum Mixed-Signal-Entwurf (504311).....	1038
Praktikum: Numerische Methoden der Halbleiterbauelemente (92504).....	1040
Praktikum Photonik/Lasertechnik 1 (242643).....	1041
Praktikum Photonik/Lasertechnik 2 (508483).....	1043
Praktikum Regelungstechnik I (133478).....	1045
Praktikum Regelungstechnik II (343279).....	1046
Praktikum Stromrichter in der Energieversorgung (92511).....	1048
Praktikum Technische Dynamik (94892).....	1049
Praktikum Test (320376).....	1052
Praktikum zu High-Performance Analog- und Umsetzer-Design (443121).....	1054
Project Intraoperative Imaging and Machine Learning (93093).....	1055
Project Representation Learning (93112).....	1057
Project Systems Immunology (47585).....	1059
Projekt Biomedical Network Science (47676).....	1061
Projekt Flat-Panel CT Reconstruction (47653).....	1062
Projekt Maschinelles Lernen und Datenanalytik (924553).....	1064
Projekt Mustererkennung (628205).....	1066
Research Project on Surgical Robotics (47594).....	1068
Praktikum Transmission System Operations and Control (96531).....	1069

Flexibles Budget / Flexible budget

Audiologie/Hörgeräteakustik (531683).....	1072
Becoming an Innovative Engineer (47662).....	1074
Bewegungsanalyse und biomechanische Grenzgebiete (47666).....	1076
BWL für Ingenieure (82570).....	1078
BWL für Ingenieure (BW 1 + BW 2) (999823).....	1080
Datenbanken in Rechnernetzen und Transaktionssysteme (681735).....	1082
Fertigungsmesstechnik I (97247).....	1085
Green AI - AI for sustainability and sustainability of AI (47614).....	1095
Innovation and leadership (57053).....	1097
Innovation technology (87657).....	1099
Intent Detection and Feedback (47616).....	1101
Metallische Werkstoffe in der MT (47641).....	1103
Rehabilitation and Assistive Robotics (47617).....	1105
Seminar History of Medical Engineering (47589).....	1107
Service innovation (57241).....	1108
Technology and innovation management (53450).....	1110

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>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 1999	<b>Masterarbeit (M.Sc. Medizintechnik 20222)</b>	<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>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Pflichtmodul Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich (6 Monate)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich (100%)
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>	
17	<b>Literaturhinweise</b>	

# 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, Teil I, Neurophysiologie (2 SWS)	-
3	Lehrende	Dr. Jana Dahlmanns Dr. rer. nat. Konstantin Tziridis Prof. Dr. Christian Alzheimer Prof. Dr. Peter Soba PD Dr. Tobias Huth Prof. Dr. Alexey Ponomarenko apl.Prof.Dr. Clemens Forster	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Jana Dahlmanns 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 Medizinische Vertiefung / Medical specialisation modules 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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47601	<b>Ethics and Philosophy of AI</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Vincent Cornelius Müller
5	<b>Inhalt</b>	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	
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 Medizinische Vertiefung / Medical specialisation modules Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel Written exam, 90 minutes.
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: 120 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47664	<b>Fundamentals in Anatomy and Physiology for Engineers</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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 20222 M1 Medical specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 Medizinische Vertiefung / Medical specialisation modules Master of Science Medizintechnik 20222 Written exam, 90 min.	
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> 47583	<b>Grundlagen der pflegerischen Versorgungsstruktur</b>	<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. rer. biol. hum. Constantin Warter	
5	<b>Inhalt</b>	Pflegeversicherung und Überblick über Pflegestrukturen in Deutschland; Geschichte der Pflege; Entlassmanagement, Casemanagement, Sozialdienst, Pflegeüberleitung; Stationäre Pflege, Kurzzeitpflege und ambulante Pflege; neue Entwicklungen und Technologien (z.B. AAL, Roboter); Pflege im internationalem Vergleich (z.B. Demenzdorf „De Hogeweyk“ in Holland)	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden: <ul style="list-style-type: none"> <li>• können den Prozess der Entlassung aus dem Krankenhaus, Probleme der Patienten beim Übergang in die ambulante Versorgung sowie die gesetzlichen Bestimmungen erläutern.</li> <li>• sind in der Lage, den Einfluss der Demografie auf die pflegerische Versorgungsstruktur zu erklären.</li> <li>• können in- und ausländischen Lösungsansätze darstellen.</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 Medizinische Vertiefung / Medical specialisation modules Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel Klausur, 60 min.	
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>		
16	<b>Literaturhinweise</b>	Literatur in StudOn verfügbar.	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 22560	<b>Management medizinischer Geschäftsprozesse</b> Business process management	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Projektmanagement (0 SWS) Vorlesung: Geschäftsprozessmanagement (0 SWS)	- -
3	Lehrende	Dr. Eva Reitelshöfer-Hendel Ann-Kathrin Heider	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. rer. biol. hum. Constantin Warter	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geschäft und Prozesse: Geschäftsprozesse;</li> <li>• Ebenenmodell: von der Vision über die Strategie, Organisation, Prozesse und Information zu den Daten;</li> <li>• Strategieprozess und Methoden;</li> <li>• Organisationsformen, Zweck der Organisation, Ziele, Kompetenz, Rolle;</li> <li>• Prozessdesign, Modellierung und Visualisierung: Standardprozesse;</li> <li>• Methoden des Prozessmanagements und der Prozessverbesserung;</li> <li>• Medizinische Prozesse, Workflows, klinische Pfade;</li> <li>• Informationen für den Prozess und aus dem Prozess: Dokumentation, Report und Datenmanagement;</li> <li>• Projektmanagement-Standards (PMI, IPMA, PRINCE2), Mindeststandards, zentrale Rollen und Erfolgsfaktoren im Projektmanagement;</li> <li>• Change Management in Projekten;</li> <li>• Integriertes Projektcontrolling mithilfe eines Earned Value Managements;</li> <li>• Gute Praktiken im Rahmen der Führung von Projekten;</li> <li>• Inhalte des zentralen und dezentralen Medizincontrollings</li> <li>• Medizincontrolling zur strategischen Entscheidungsunterstützung</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nutzen Prozessmanagement im Geschäft;</li> <li>• leiten Geschäftsprozesse aus der Strategie ab;</li> <li>• verbinden Organisation und Prozess miteinander;</li> <li>• erstellen Prozesse im medizinischen Umfeld, machen sie transparent und setzen sie ein;</li> <li>• wählen Projekte als geeignete Organisationsform für komplexe Aufgabenstellungen;</li> <li>• verwenden Projektmanagement-Mindeststandards in ausgewählten Praxisprojekten nutzenstiftend;</li> <li>• managen und leiten kleinere Projekte im medizinischen Kontext methodensicher;</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 Medizinische Vertiefung / Medical specialisation modules Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten) Klausur 60 Minuten
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%) 60% Bestehensgrenze
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
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>• Walter, J: Geschäftsprozessmanagement umsetzen: Prozesse am Kunden orientieren, transparent und flexibel gestalten. Hanser Verlag, 2009</li> <li>• Schmelzer, H. J.; Sesselmann, W.: Geschäftsprozessmanagement in der Praxis. Hanser Verlag, 8. Auflage, 2013</li> <li>• Goldratt, E. M.; Cox, J.: Das Ziel: Ein Roman über Prozessoptimierung. Campus, 2013</li> <li>• DeMarco, T.: Der Termin - ein Roman über Projektmanagement, Hanser Verl., München 1998</li> <li>• Pichler, R.: Scrum - Agiles Projektmanagement erfolgreich einsetzen. dpunkt.verlag, 2015</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47584	<b>Public Health und evidenzbasierte Medizin</b>	<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. rer. biol. hum. Constantin Warter	
5	<b>Inhalt</b>	Epidemiologie; Prävention, Gesundheitsförderung, gesundheitsrelevante Verhaltensweisen, Gesundheitsrisiken aus der natürlichen und technischen Umwelt; Öffentliche Gesundheitspflege, öffentlicher Gesundheitsdienst, Gesundheitsberichterstattung; Evidenzbasierte Medizin; Gesundheitsökonomische Evaluationen; Medizinische Leitlinien; Versorgungsforschung; Aufgaben, Methoden und Berichte des IQWiG; Organe der Selbstverwaltung; Gesundheitswirtschaft;	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern epidemiologische Studienformen, Maßzahlen, Auswertungskonzepte und praktische Vorgehensweisen in bevölkerungsbezogenen Feld- und Registerstudien</li> <li>• bewerten epidemiologische Resultate und beschreiben Probleme in der Umsetzung epidemiologischer Forschung.</li> <li>• unterscheiden Prävention und Gesundheitsförderung</li> <li>• fassen die arbeitsmedizinische Betreuung in Deutschland und die Stellung des Arztes als Gutachter, inkl. der dafür wesentlichen gesetzlichen Grundlagen, zusammen</li> <li>• erläutern die Stellung, Institutionen, Aufgaben, Akteure, Ziele und Probleme des öffentlichen Gesundheitsdienstes</li> <li>• beschreiben die historische Entwicklung und den aktuellen Stand der Gesundheitsberichterstattung sowie deren Einflussmöglichkeiten auf Verwaltung und Politik</li> <li>• erläutern die historische Ausgangslage und aktuelle Probleme der Evidenzbasierten Medizin</li> <li>• beschreiben, wie das „beste verfügbare Wissen“ in die Patientenversorgung Eingang finden kann</li> <li>• erklären das methodische Vorgehen (fünf Schritte der EbM, systematische Übersicht, Metaanalyse, „Hierarchie der Evidenz“) und nennen typische Anwendungsbeispiele</li> <li>• unterscheiden Methoden, mit denen die Ergebnisse medizinischer Maßnahmen mit Kostengrößen kombiniert werden, um Medizin, Ökonomie und Ethik in Einklang zu bringen.</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 Medizinische Vertiefung / Medical specialisation modules Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel Klausur
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: 120 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>• K.J. Rothman, S. Greenland: Modern Epidemiology. Lippincott, Williams &amp; Wilkens, 3. Auflage, 2013</li> <li>• R.H. Fletcher, S.W. Fletcher: Klinische Epidemiologie: Grundlagen und Anwendung. Huber, 2. Auflage 2007</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47582	<b>Systems Immunology and Infectiology</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Systems Immunology and Infectiology (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Frederik Graw	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Frederik Graw
5	<b>Inhalt</b>	The lecture will cover selected topics in systems immunology and infectiology, which aim at revealing the complex dynamical processes during infection, inflammation and cancer. We will learn different concepts of using mathematical models and computational methods to address fundamental questions of immune and infection dynamics. This includes among others the spread of pathogens within hosts, the dynamics of immune responses and the evolution of drug resistance. In the various lectures, we will investigate how different data analytical methods and concepts (e.g., from mathematical modelling, bioinformatics and ML) play a pivotal role in understanding infection and immunity. The lectures are accompanied by tutorials with practical exercises, including small programming exercises in R.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	The participants will learn <ul style="list-style-type: none"> <li>• to analyse immunological and virological data</li> <li>• to apply basic methods for analysing dynamic processes</li> <li>• to use basic concepts of mathematical modelling to study complex systems and dynamics</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	The following prerequisites are strongly recommended <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic knowledge of mathematics and dynamical systems (ordinary differential equations, statistics)</li> <li>• Basic knowledge of the programming language R</li> <li>• Interest in data analytical methods</li> </ul>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M1 Medizinische Vertiefung Master of Science Medizintechnik 20182 Medizinische Vertiefung / Medical specialisation modules Master of Science Medizintechnik 20222 This course is appropriate for students within their last year of BSc in quantitative disciplines or MSc students interested in immunological data sciences (e.g. BSc/MSc Artificial Intelligence; BSc/MSc Data Science; MSc Medical Engineering; MSc Molecular Medicine; MSc Integrated Life Sciences; MSc Integrated Immunology).
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel Oral examination at end of semester
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>• Keeling MJ &amp; Rohani P: Modeling Infectious Diseases in Humans and Animals, Princeton Univ. Press 2009</li> <li>• Nowak MA &amp; May RM: Virus dynamics, Oxford Univ. Press 2000</li> <li>• Murray JD: Mathematical Biology II – Spatial models and Biomedical applications, Springer 2004</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47588	<b>Systems Oncology: bioinformatics and computer modelling in cancer</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

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 Vertiefung Master of Science Medizintechnik 20182 Medizinische Vertiefung / Medical specialisation modules Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel Oral exam.
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: 120 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

# M1 Medizinische Vertiefungsmodule

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

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Iwona Cicha	
5	<b>Inhalt</b>	<p>The special focus of the module 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>	<p>In this module, 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.</p>	
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 taking this module.</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>	<p>M1 Medical specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222</p> <p>M1 Medical specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222</p> <p>M1 Medizinische Vertiefungsmodule Master of Science Medizintechnik 20222</p>	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>Variabel</p> <p>Written exam, 60 min.</p>	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 531683	<b>Audiologie/Hörgeräteakustik</b>	<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>	M7 Flexibles Budget Technische Fakultät Master of Science Medizintechnik 20182 Flexibles Budget / Flexible budget Master of Science Medizintechnik 20222 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: ?? 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. Matthias May Prof. Dr. Rolf Matthias Janka Prof. Dr. Michael Uder	

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>	

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		

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> 47628	<b>Gesundheitssysteme - Akteure, Finanzierung, Innovationen</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	<p>Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.</p> <p>Es handelt sich um eine Blockveranstaltung in den Semesterferien mit Anwesenheitspflicht.</p> <p><b>DER BLOCKKURS "GESUNDHEITSSYSTEME - AKTEURE, FINANZIERUNG, INNOVATIONEN" FINDET IM SS 23 AUS ORGANISATORISCHEN GRÜNDEN LEIDER NICHT STATT.</b></p>	
3	Lehrende	-	

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>	<p>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.</p> <p>Lernende können die wesentlichen Entwicklungen (bspw. Finanzierung, Digitalisierung) des Gesundheitsmarktes einordnen und bewerten.</p> <p>Lernende können die Rolle der Medizintechnik im Gesundheitssystem einordnen.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>M1 Medizinische Vertiefungsmodule Master of Science Medizintechnik 20222</p> <p>Masterstudierende der Medizintechnik können das Modul in Modulgruppe M1 oder M8 einbringen. <b>Eine Einbringung in M7/ Flexibles Budget TechFak ist nicht möglich.</b></p>	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>Variabel</p> <p><b>Aufgrund der zeitlichen Organisation des Blockkurses erfolgt keine Anmeldung für die Klausur durch die Studierenden über Campo. Die Anmeldung zur Prüfung erfolgt durch die Dozentin, nachdem die Kursplätze vergeben sind.</b></p>	

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> 948057	<b>Grundlagen der biologischen Strahlenwirkung 1</b> Introduction to the biological effects of radiation 1	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Luitpold Distel
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wechselwirkung der Strahlung mit Materie</li> <li>• Aufbau und Funktion von Protein und DNA</li> <li>• Aufbau und Funktion der Zelle</li> <li>• Funktionsweise von Enzymen</li> <li>• Schädigung der DNA und anderer zellulärer Strukturen durch ionisierende Strahlen</li> <li>• DNA-Reparatur-Mechanismen</li> <li>• Mutationen</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Der "rote Faden" dieser Vorlesung ist die Krebsentstehung beginnend mit der Energiedeposition durch ionisierende Strahlung bis zu den epidemiologischen Daten von Hiroshima und Nagasaki und neueren Ereignissen wie Tschernobyl und Fukushima. Die Schwerpunkte sind hierbei klar die biologischen Aspekte wie die wichtigen biologischen Grundlagen und dann die strahlenbiologischen Aspekte. Diese sind die Entstehung der Schäden an der Zelle durch Strahlung, die Detektion sowie die verschiedenen Reparaturmechanismen. Die Konsequenzen die die Zelle aus den erlittenen Schäden zieht, was unter anderem die aktive Selbsttötung ist. Auf dem Weg zur Krebsentstehung werden die nötigen Veränderungen besprochen, die in einer Krebszelle auftreten müssen. Die Beobachtungen von Hiroshima und Nagasaki sowie die neueren Erkenntnisse und Risiken beenden die Vorlesungsreihe.
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 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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 948058	<b>Grundlagen der biologischen Strahlenwirkung 2</b> Introduction to the biological effects of radiation 2	<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. Luitpold Distel	
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 zweiten Teil werden die Regulation der Zellteilung, die Informationsweitergabe in der Zelle und die notwendigen Veränderungen in der Regulation besprochen, so dass es zur unkontrollierten Zellteilung und damit zur Tumorentstehung kommt. Die verschiedenen Möglichkeiten des Zelltodes und der Einfluss durch das Immunsystem werden dargestellt. Über akute und chronische durch Strahlung ausgelöste Nebenwirkungen sowie die epidemiologischen Daten von Hiroshima und Nagasaki sowie Tschernobyl werden berichtet.</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 Zellbiologie</li> <li>• der Grundlagen der Strahlenwirkung</li> <li>• der Grundlagen der Krebsentstehung</li> <li>• der akuten und chronischen Nebenwirkungen der Strahlung</li> </ul> <p>Kompetenzen: Die Studenten erwerben Kenntnisse mit denen das Risiko für das Auftreten von strahleninduzierten Tumoren sowie von akuten und chronischen Nebenwirkungen abgeschätzt werden können.</p>	
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>	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
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> 855580	<b>Grundlagen der biologischen Strahlenwirkung 3</b> Fundamentals of biological radiation effects 3	<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>	<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>	Unregelmäßig	
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>	<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>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Dr. h. c. Jürgen Schüttler	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Pneumologie und Thoraxchirurgie  Asthma bronchiale; COPD, Pneumonie und Leitlinien; Diagnostik und Therapie des Bronchialcarcinoms; Demonstration von Techniken in der Thoraxchirurgie  Gastroenterologie  Die Endoskopieabteilung das Herzstück der Gastro-enterologie, inkl. Hospitationen in Kleingruppen  Kardiologie und Neurologie  Chest Pain Unit, Stroke Unit, Prozess-Reifegradmodell für Schlaganfall und Akutes Koronarsyndrom  Psychosoziale Medizin  Psychotherapie: Ein gestuftes Versorgungsmodell; Liaisondienst, Psychokardiologie und weitere Anwendungen  Transfusionsmedizin  Identitätssicherung, Chargendokumentation und Innerbetriebliche Leistungsverrechnung</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>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

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 Vertiefung Master of Science Medizintechnik 20182 M1 Medical specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M1 Medical specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 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: 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>INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Radiation Oncology Physics, , IAEA, Vienna (2005)</p> <p>W. Schlegel, C.P. Karger und O. Jäkel: Medizinische Physik: Grundlagen Bildgebung Therapie Technik; ISBN 978-3-662-54800-4</p> <p>Peter Metcalfe, Tomas Krone, Peter Hoban: The Physics of Radiotherapy X-Rays from Linear Accelerators, Medical Physics Publishing, 1997</p> <p>Hanno Krieger: Grundlagen der Strahlungsphysik und des Strahlenschutzes, Springer 2012</p> <p>Hanno Krieger: Strahlungsquellen für Technik und Medizin, Springer 2013</p> <p>Hanno Krieger: Strahlungsmessung und Dosimetrie, Springer 2013</p> <p>INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Diagnostic Radiology Physics, IAEA, Vienna (2014)</p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47703	<b>Introduction to simulation, network and data analysis in Medical Systems Biology</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Introduction to simulation, network and data analysis in Medical Systems Biology ( SWS) Please contact the lecturer to inquire about time and date of the lecture and to register.	-
3	Lehrende	Prof. Dr. Julio Vera González	

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 Medical specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M1 Medical specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 M1 Medizinische Vertiefungsmodule Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich Oral exam, 30 min.	
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>	
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47697	<b>Jüngste Entwicklungen der Medizinischen Systembiologie/Advances in Medical Systems Biology (AdvMedSys)</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Jüngste Entwicklungen der Medizinischen Systembiologie I (AdvMedSys1) (3 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 Medical specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M1 Medical specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 M1 Medizinische Vertiefungsmodule Master of Science Medizintechnik 20222	

		Oral exam, 30 min.
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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47688	<b>Lab class on medical physics in radiation therapy</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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>	Students operate medical devices such as linear accelerators or CTs to acquire data as part of quality assurance routines or of phantoms analyse the measured data by applying the knowledge they gained by preparing for the lab and/or the lecture of MEDPHYS-I report their findings in a structured lab report	
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 Medical specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M1 Medical specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 M1 Medizinische Vertiefungsmodule 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> 47644	<b>Medical Device Regulation</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Kurs: Medical Device Regulation (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Lisa Walter	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Victoria Goldberg
5	<b>Inhalt</b>	<p>*Content*</p> <p>In order to introduce a medical device into the market, it is essential not only to have the technical knowledge of the production process but also the rules and regulations of the entire product life cycle. As medical devices are products that have a medical purpose and are intended for the use of humans, manufacturers have to adhere to strict legal requirements. Consequently, knowledge of this evermore complex subject matter of medical device regulation is indispensable for any successful and competitive market entry. In order to receive 2.5 ECTS, you have to take part in 6 seminar days. The first two seminar days, which are offered every semester, are mandatory for students. If you prefer to join a course in the following semester, you can do so, but it is advisable to complete the seminar within one semester.</p> <p>The seminar topics for the winter semester:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to the medical device law</li> <li>• Risk management in Medical Engineering</li> <li>• Clinical Evaluation</li> <li>• Medical Products in the Market, in Operation and Application</li> <li>• Software for Medical Products</li> <li>• Introducing eMaps</li> </ul> <p>The seminar topics for the summer semester:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to the medical device laws</li> <li>• Risk management system in Medical Engineering</li> <li>• Medical device regulation</li> <li>• Digital Health</li> <li>• Other countries, other customs</li> <li>• Usability Engineering for Medical Devices</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>*Learning Outcomes:*</p> <p>The participants reflect the most important and decisive regulations in the legal framework of medical devices. They explain the conditions, relationships and dependencies between the corresponding guidelines, laws and standards. You will be able to apply the newly acquired knowledge to take timely, necessary measures to comply with the legal requirements.</p>
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 20222

		M1 Medical specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 M1 Medizinische Vertiefungsmodule Master of Science Medizintechnik 20222 Written exam, 120 minutes.
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>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

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	Andreas Grings 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> <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.</p>	
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 Medical specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M1 Medical specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 M1 Medizinische Vertiefungsmodule Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel <b>First exam attempt only available in WS; SS exam only for mandatory repeat exam.</b>
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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 94385	<b>Medizinische Biotechnologie (Vertiefung)</b> Focus Module: Medical Biotechnology	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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/biomechanics 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> <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> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <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> <p>Prerequisites: Bachelor study course in Medical Technologies, Biomedical Engineering, or similar</p>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M1 Medical specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M1 Medical specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 M1 Medizinische Vertiefungsmodule 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>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Movement Neuroscience: Connections between the Brain and Muscles in Humans (3 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Marius Oßwald 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 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, 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 Recording electrophysiological data in humans; examples of EMG and EEG recordings.</p> <p>Module: Oscillations in neuronal networks Coherence analysis; Common synaptic input to populations of neurons; Noise in the nervous system; Associations between EEG and EMG signals; Startle responses</p> <p>Module: Simulation of muscle forces from the firing of individual motoneurons Motor unit model, HodgkinHuxley model, Muscle Properties</p> <p>Module: EMG signals in Neural Pathologies Parkinsons and Spinal Cord Injury, Motor unit analysis in neurodegenerative and neurotraumatic diseases.</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>	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 Vertiefung Master of Science Medizintechnik 20182 M1 Medical specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M1 Medical specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 M1 Medizinische Vertiefungsmodule Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel Online exam (60 min.)
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>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>- 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></p> <p>-Principles of Neuroscience from Eric R. Kandel, MD</p> <p>-Motor unit from Heckman and Enoka, DOI: 10.1002/cphy.c100087</p> <p>-Surface Electromyography, Physiology, Engineering, and Applications Edited by Roberto Merletti and Dario Farina</p> <p>-Ibanez et al. 2021 J Neurosci <a href="https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2908-20.2021">https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2908-20.2021</a></p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 961501	<b>Onlinekurs "Angewandte Medizintechnik in der Orthopädie"</b> Online course applied medical engineering in orthopaedics	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. med. Marcel Betsch Prof.Dr.med. Mario Perl
5	<b>Inhalt</b>	<p>0 - Kursablauf</p> <p>1 - Propädeutik 1</p> <p>2 - Propädeutik 2</p> <p>3 - Schulterchirurgie</p> <p>4 - Knieendoprothetik</p> <p>5 - Hüftendoprothetik</p> <p>6 - Arthroskopie</p> <p>Lektionen 1/2:</p> <p>Das Propädeutikum dient der Einführung in die verschiedenen Thematiken zur Grundlagenvermittlung in den Bereichen: Anamnese, klinische Untersuchung, Biomechanik, Gerätediagnostik und deren technische Grundlagen, Vorbereitung der Therapie, Grundlagen der Therapie, Verhalten im OP.</p> <p>Lektionen 3-6:</p> <p>Aufbauend auf die in den Lektionen 1/2 vermittelten Inhalte werden hier exemplarisch zu typischen Krankheitsbildern in der Orthopädie spezifische Inhalte vermittelt. Zu den Themen Schulterchirurgie, Knieendoprothetik, Hüftendoprothetik und Arthroskopie werden neben konkretisierenden Ergänzungen zu den Inhalten aus Lektion 1/2 zusätzlich Inhalte, wie die spezielle Anatomie, die spezielle OP-Lehre, Implantat-lehre vermittelt. In Lektion 6 erfolgt zusätzlich die eingehende Erklärung der Technik der Arthroskopie.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Studierende technischer Fächer (insbes. Medizintechnik) ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ... vertiefen ihr theoretisches, technisches Wissen aus dem bisherigen Studium.</li> <li>• ... erwerben neues Wissen im Bereich der Humanmedizin, insbesondere in der Orthopädie.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ... verknüpfen vorhandene, allgemein technische Kenntnisse mit neuen Kenntnissen zu spezieller Medizintechnik in der Orthopädie.</li> <li>• ... transferieren diese Erkenntnisse in praxisnahe Lehrveranstaltungen des Studiums und in ihre zukünftige Tätigkeit in der (Medizin)Technik-Branche.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Dieser Onlinekurs wird über die Virtuelle Hochschule Bayern ( <a href="http://www.vhb.org">www.vhb.org</a> ) angeboten. Anmeldung zur Prüfung für FAU-Studierende über Campo.
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 Die Prüfung findet als E-Klausur (60 Min.) vor Ort in Erlangen statt.
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>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47689	<b>Special topics of medical physics in radiation therapy</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof.Dr.rer.nat Christoph Bert	
5	<b>Inhalt</b>	The lecture within the module focuses on special subjects of medical physics in radiation oncology. Among them are management of organ motion (focusing on respiratory motion) in imaging and treatment, brachytherapy, i.e. treatment based on sealed radioactive materials that are inserted into/close to the target volume, and ion beam therapy, i.e. the treatment using protons or carbon ions which required a dedicated infrastructure w.r.t. treatment delivery but also treatment planning.	
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 Medical specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M1 Medical specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 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 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> 705737	<b>Advanced Context Recognition</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Katharina Diehl	
5	<b>Inhalt</b>	ACR introduces and discusses current scientific topics in context recognition (i.e. identifying and describing a situation or state of the environment in the computer) from sensor data, including time series data and image data. Each term, new projects and medical applications are offered for the participating students to choose from. Learning objectives of the seminar are in the field of machine learning and pattern recognition and remain the same across all projects. The learning objectives are supported by practical implementation and validation of context recognition stacks in a project/application selected by the student.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Understand current scientific topics in context recognition of time series and image data.</li> <li>• Apply machine learning and pattern recognition algorithms in context recognition.</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 Masterprüfung Master of Science Medizintechnik 20182 Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung Presentation (30 min.) and paper.	
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>	Englisch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	Up-to-date literature recommendations will be provided during the seminars.	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47685	<b>Advanced machine learning for anomaly detection</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Advanced Machine Learning for Anomaly Detection (2 SWS) yes for presentations	5 ECTS
3	Lehrende	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: 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> <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> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <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 knowlege in machine learning, deep learning and computer vision methods.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
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>	<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>	<p>Deutsch</p> <p>Englisch</p>
16	<b>Literaturhinweise</b>	

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. 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>• Electrical 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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47672	<b>Applied Neural Engineering: Brain and Spine Neurosurgery and Human/Machine Interfaces</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Applied Neural Engineering: Brain and Spine Neurosurgery and Human/Machine Interfaces (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Alessandro Del Vecchio Prof.Dr.med. Thomas Mehari Kinfe 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>	Students describe the current state of the art methods to implant electrodes in the brain as well as in the spinal cord and muscle. Moreover, as a core work of this seminar, students analyse these signals and understand the rationale behind the utilization of brain/machine interfaces that can record and stimulate concurrently at the millisecond time scale. With this seminar, students learn the current methods for human/machine interfaces from populations of neurons, interfacing and electrical stimulation of the human nervous system with an emphasis on deep brain stimulation (tremor reduction), pain reduction via afferent stimulation, neurorecovery via electrical stimulation of the spinal cord, and brain-computer interfaces. A specific focus of this seminar will be the students' interpretation of relevant new literature on brain-machine interfaces from an engineering and neurosurgical perspective, specifically to critically evaluate what are the limits from a neurosurgical and neuroengineering perspective. The students review their findings in a written report that follows good scientific practice.
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> 47613	<b>Catching your eyes: AI-driven modeling and analysis of eye-tracking data</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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 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>	<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 Sommersemester
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>	<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 cognitiven 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> <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> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93174	<b>Fantastic datasets and where to find them</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt! Yes. We expect compulsory attendance in the first three and in the last seminar sessions, which is to be communicated at the beginning of the seminar.	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Andreas Kist	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Datasets are crucial to train modern artificial intelligence algorithms. In this seminar, students will be first faced with the theoretical background of datasets, how datasets are created and disseminated, as well as comply to the FAIR principles. We will cover dataset repositories and data types. In the first three weeks, students will create their own set of data and metadata and will experience the design and creation process of a dataset.</p> <p>In the second block of the seminar, students are assigned to a given dataset from a pre-selection of datasets important in the field of machine learning and artificial intelligence. The students' task is to create an open educational resource (OER), similar to a YouTube video, about their assigned dataset explaining the back story of the dataset, as well as its usage in a contemporary context. The generation of the OER will be self-paced with the option to work on the OER during the normal seminar hours.</p> <p>In the third block, students will be assigned to two other dataset OERs of their peer group and will give constructive feedback. The constructive feedback and the OERs will be discussed in the full group. Finally, the students will incorporate the feedback to their OERs and publish them openly on a dedicated seminar YouTube channel.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p><b>Subject competence</b> Students acquire broad knowledge of (biomedical) datasets and how they are created (Knowledge). Through the course, students will be able to reproduce examples of different dataset modalities and describe advantages and disadvantages of datasets (Understanding). Through the course, students will be able to classify and grade the quality of a dataset, and explain the limitations of a given dataset (Apply and Evaluate/Judge). Students will be further able to characterize data sets independently (Analyze). Students gain a comprehensive insight into which criteria are important in the construction of new data sets by creating their own one (Create).</p> <p><b>Learning or methodological competence and self-competence</b> Students learn to present a data set in a structured and coherent way through the creation of an open educational resource (OER) video. The also learn how to record, edit, compile and disseminate content.</p>	

		Students are given the opportunity to learn how to communicate effectively using their own words and give constructive feedback to others.
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	We strongly recommend previous knowledge and ideally hands-on experience in Artificial Intelligence and/or Deep Learning to understand the implications discussed in the seminar.
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 Seminar aim is to successfully create an OER (open educational resource), i.e. a Video that lasts at least 10 min
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%) The grade consists of the OER storyboard (2x weighted) and the final OER (1x weighted), which will be assessed using the following metrics: content, comprehensiveness, storyline, clarity, precise and concise presentation, quality of material and fitting the scope.
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>• Hylén, J. (2020). Open educational resources: Opportunities and challenges.</li> <li>• Ehlers, U. D. (2011). Extending the territory: From open educational resources to open educational practices. <i>Journal of open, flexible and distance learning</i>, 15(2), 1-10.</li> <li>• Nichols, T. E. et al. Best practices in data analysis and sharing in neuroimaging using MRI. <i>Nat. Neurosci.</i> 20, 299–303 (2017).</li> <li>• Horien, C. et al. A hitchhiker’s guide to working with large, open-source neuroimaging datasets. <i>Nat Hum Behav</i> 5, 185–193 (2021).</li> <li>• Wilkinson, M. D. et al. The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. <i>Sci. Data</i> 3, 160018 (2016).</li> </ul>

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

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>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sie sollen lernen, sich ein wissenschaftliches Thema selbständig zu erarbeiten und eine didaktisch durchdachte Präsentation vorzubereiten.</li> <li>2. Sie sollen lernen unter Einhaltung von Zeitvorgaben, Ihre Erkenntnisse publikumsangepasst zu vermitteln.</li> <li>3. Sie sollen Ihre verbale sowie nonverbale Kommunikation weiterentwickeln.</li> <li>4. Sie sollen ansatzweise lernen, wie eine wissenschaftliche Veröffentlichung aussehen sollte.</li> </ol>	

		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. 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.
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3
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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92508	<b>Hauptseminar Cognitive Science in Engineering</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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>		

1	<b>Modulbezeichnung</b> 785184	<b>Hauptseminar Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

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	Seminar: Hauptseminar Fertigungsmesstechnik (2 SWS)	-
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte	

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 Die Gesamtmodulnote errechnet sich aus der Vortragsleistung. Im Zuge des Hauptseminars ist ein Thema auszuarbeiten und in einem 20 minütigem Vortrag zu präsentieren. Für das Bestehen des Moduls sind zusätzlich 5 Vorträge anzuhören. Die möglichen Themen werden auf StudOn bereitgestellt. Die Vortragsdauer beträgt 20 Minuten mit anschließender 10 minütiger Diskussion.
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>	

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

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 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 Lecture: ECG signal and processing 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>	<p>-Principles of Neuroscience from Eric R. Kandel, MD</p> <p>-Motor unit from Heckman and Enoka, DOI: 10.1002/cphy.c100087</p> <p>-Neural Engineering, Edited by Bin He</p> <p>- 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></p> <p>- 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></p> <p>- <i>Speech and Language Processing</i>, 2nd Edition by Daniel Jurafsky and James Martin. Prentice Hall (2008).</p> <p>- <i>Automatic Speech Recognition: A Deep Learning Approach (Signals and Communication Technology)</i>. 2015th Edition by Li Deng</p>

- 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-Aroyave, 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/](https://www.futuremedicine.com/doi/full/10.2217/nmt-2019-0037?casa_token=FLKpZKgV3WcAAAAA)

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

[%3ApZ7cX9gMQL50cO0Z\\_sosJPfVQ\\_KIVjsvRWoaMITqRgXYkyP8N3KBmQotG](https://www.futuremedicine.com/doi/full/10.2217/nmt-2019-0037?casa_token=FLKpZKgV3WcAAAAA%3ApZ7cX9gMQL50cO0Z_sosJPfVQ_KIVjsvRWoaMITqRgXYkyP8N3KBmQotG)

[PiYnOnj843qs7CWQ](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>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: InDiEndo (2 SWS, WiSe 2023)	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 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.</p>
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> </ul>

		-- Acquire initial hands-on skills (and understanding) of laparoscopy and endoscopy
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>	in jedem Semester
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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 100657	<b>IT-Sicherheits-Seminar</b> IT security seminar	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: 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>		

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47657	<b>Legged Locomotion of Robots + Laborprojekt (LLR-L)</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47656	<b>Legged Locomotion of Robots (LLR)</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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. 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.
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
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 358246	<b>Machine Learning [5 ECTS]</b> Machine learning [5 ECTS]	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Machine Learning: Advances (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Michael Philippsen Tobias Feigl	

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. 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> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <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> </ul>

- F. V. Jensen: An Introduction To Bayesian Networks, Springer, 1996
- R. Rojas: Theorie der neuronalen Netze - eine systematische Einführung, Springer, 1993
- J. Schmidhuber: Deep learning in neural networks: An overview, J. Intl. Neural Network Society (INNS), 2015
- D. Silver et al.: Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search, J. Nature, 2016
- F. Chollet: Deep Learning with Python, Manning Publications, 2017
- A. Müller und S. Guido: Introduction to Machine Learning with Python: A Guide for Data Scientists, O'Reilly UK Ltd., 2016
- 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

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47673	<b>Network medicine</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Network Medicine (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende		

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>	Students will <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>	All relevant literature will be made available in StudOn. For background reading, students can consult the following textbook: <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>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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> <ul style="list-style-type: none"> <li>... kennen,</li> <li>... verstehen,</li> <li>... verwenden,</li> <li>... vergleichen,</li> <li>und evaluieren</li> </ul> <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 Lernende können Wissen über die Grundprinzipien moderner Rechnerarchitekturen (Intel, ARM CPUs; AMD, Nvidia GPUs; FPGAs, Beschleunigerkerne) wiedergeben.</p> <p>Verstehen Lernende verstehen die Grundprinzipien der Datenverarbeitung der einzelnen Architekturen; im speziell verstehen sie ob und warum eine vorgegebene Architektur besonders gut für die Lösung eines Problems geeignet ist.</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 / 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 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>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47669	<b>Physiological Driven Control and Design of Exoskeletons (NEXO)</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Alessandro Del Vecchio	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Lecture: Control of exoskeletons by neural signals 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 Recording electrophysiological data in humans; EMG, EEG, intracortical data and electrocorticography (ECoGs).</p> <p>Lecture: Actuators and Sensors for Exoskeletons In robotics soft systems are a new paradigm to realize compliant kinematics. An insight into those actuators and sensors helps to select a combination of soft and rigid components for exoskeletons.</p> <p>Lecture: Using ROS to control mechatronic assistive devices Using an established framework for the development of assistive devices enables the efficient prototyping of application specific solutions.</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 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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47643	<b>Seminar Advanced Algorithms in Medical Image Processing</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof.Dr.Ing. 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	



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

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof.Dr.Ing. 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: 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: ?? 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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47541	<b>Seminar Advanced Medical Imaging</b>	<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>	PD Dr. Björn Heismann
5	<b>Inhalt</b>	<p>Advanced imaging techniques and new clinical applications for MR, CT and PET, including</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• High-speed and motion insensitive MRI</li> <li>• Quiet MRI</li> <li>• MRI in neuropsychiatry</li> <li>• Quantitative MR</li> <li>• New clinical applications in imaging</li> <li>• Spectral and quantitative CT</li> <li>• sub-second CT</li> <li>• new indications for PET-CT and PET-MR</li> <li>• Radiation Therapy planning with CT and MR</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Learning outcomes:</p> <p>On succesful completion of the module, the students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• are able to give a short scientific presentation of a topic of their choice fitting into the agenda of this course.</li> <li>• can assess state-of-the-art imaging techniques from a clinical, economical and scientific perspective.</li> <li>• are able to present and discuss technological and scientific content, linking technologies to medical and clinical needs.</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 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%)
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>	
16	<b>Literaturhinweise</b>	Material und Informationen in STUDON:  <a href="https://www.studon.fau.de/campo/course/326432">https://www.studon.fau.de/campo/course/326432</a>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47626	<b>Seminar AI and Digitalization in Healthcare</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: 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 Wissen 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 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>	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>	
16	<b>Literaturhinweise</b>	

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	Prof. Dr. Vasileios Belagiannis	

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> <li>• wenden ihr bisher im Studium erworbenes Wissen an, um davon ausgehend eigenständig einen technischen Schwerpunkt zu vertiefen</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92346	<b>Seminar Autonomous Systems and Mechatronics</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Seminar Autonomous Systems and Mechatronics (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	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>		

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47599	<b>Seminar Biosignals in Rehabilitation Robotics</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Seminar: Biosignals in Rehabilitation Robotics (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Claudio Castellini Marek Sierotowicz Fabio Egle Marc-Anton Scheidl	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Claudio Castellini	
5	<b>Inhalt</b>	<p>In this module, students will analyse, present and discuss issues and topics concerning the usage of biological signals in rehabilitation and assistive robotics, including the correct placement and use of the associated sensors, the techniques to condition the signals, sensor fusion, feature extraction and the usage of machine learning applied to such kind of signals.</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>	On successful completion of the module, students will be familiar with sensors and signals used in rehabilitation and assistive robotics, both theoretically and practically. They will also be able to deduce potential new research lines from recent developments.	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Recommended: basic maths, especially statistics; fundamentals of signal processing and machine learning.	
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>		
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> </ul>	

- |  |   |
|--|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"><li>• [2015] A survey of sensor fusion methods in wearable robotics, D. Novak and R. Riener</li></ul> |
|--|---|

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47591	<b>Seminar Cognitive Surgical Robotics</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Seminar Cognitive Surgical Robotics (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Pit Henrich Prof. Dr. Franziska Mathis-Ullrich	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Franziska Mathis-Ullrich	
5	<b>Inhalt</b>	<p>In this module, students will analyse, present and discuss issues and topics concerning the usage of biological signals in rehabilitation and assistive robotics, including the correct placement and use of the associated sensors, the techniques to condition the signals, sensor fusion, feature extraction and the usage of machine learning applied to such kind of signals.</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>	On successful completion of the module, students will be familiar with sensors and signals used in rehabilitation and assistive robotics, both theoretically and practically. They will also be able to deduce potential new research lines from recent developments.	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Recommended: basic maths, especially statistics; fundamentals of signal processing and machine learning.	
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>		
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>• [2015] A survey of sensor fusion methods in wearable robotics, D. Novak and R. Riener</li> </ul>	

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

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof.Dr.Ing. 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>	Students are required to have initial experience with deep learning and machine learning, e.g., from the module "Deep Learning". This seminar is recommended for Master's students.
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 (30 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>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47586	<b>Seminar Fantastic Datasets and where to find them</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Fantastic datasets and where to find them (2 SWS) Students are required to take part in the <i>in-person</i> meetings. Significant time is dedicated to self-paced working on the OER.	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Andreas Kist	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Andreas Kist	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Datasets are crucial to train modern artificial intelligence algorithms. In this module, students will be first faced with the theoretical background of datasets, how datasets are created and disseminated, as well as comply to the FAIR principles. We will cover dataset repositories and data types. In the first three weeks, students will create their own set of data and metadata and will experience the design and creation process of a dataset.</p> <p>In the second block of the module, students are assigned to a given dataset from a pre-selection of datasets important in the field of machine learning and artificial intelligence. The students' task is to create an open educational resource (OER), similar to a YouTube video, about their assigned dataset explaining the back story of the dataset, as well as its usage in a contemporary context. The generation of the OER will be self-paced with the option to work on the OER during the normal seminar hours.</p> <p>In the third block, students will be assigned to two other dataset OERs of their peer group and will give constructive feedback. The constructive feedback and the OERs will be discussed in the full group. Finally, the students will incorporate the feedback to their OERs and publish them openly on a dedicated seminar YouTube channel.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p><b>Subject competence</b> Students acquire broad knowledge of (biomedical) datasets and how they are created (Knowledge). Through the course, students will be able to reproduce examples of different dataset modalities and describe advantages and disadvantages of datasets (Understanding). Through the course, students will be able to classify and grade the quality of a dataset, and explain the limitations of a given dataset (Apply and Evaluate/Judge). Students will be further able to characterize data sets independently (Analyze). Students gain a comprehensive insight into which criteria are important in the construction of new data sets by creating their own one (Create).</p> <p><b>Learning or methodological competence and self-competence</b> Students learn to present a data set in a structured and coherent way through the creation of an open educational resource (OER) video. The also learn how to record, edit, compile and disseminate content.</p>	

		Students are given the opportunity to learn how to communicate effectively using their own words and give constructive feedback to others.
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	We <b>strongly recommend</b> previous knowledge and ideally hands-on experience in Artificial Intelligence and/or Deep Learning to understand the implications discussed in the seminar.
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 Successful generation of an OER (>= 10 min Video) based on a developed storyboard.
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%) OER (100%). The grade will be determined by evaluating the video content (storyboard) and the production quality. The exact metrics will be communicated at the beginning of the seminar.
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 oder Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hylén, J. (2020). Open educational resources: Opportunities and challenges.</li> <li>• Ehlers, U. D. (2011). Extending the territory: From open educational resources to open educational practices. <i>Journal of open, flexible and distance learning</i>, 15(2), 1-10.</li> <li>• Nichols, T. E. et al. Best practices in data analysis and sharing in neuroimaging using MRI. <i>Nat. Neurosci.</i> 20, 299–303 (2017).</li> <li>• Horien, C. et al. A hitchhiker’s guide to working with large, open-source neuroimaging datasets. <i>Nat Hum Behav</i> 5, 185–193 (2021).</li> <li>• Wilkinson, M. D. et al. The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. <i>Sci. Data</i> 3, 160018 (2016).</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 885184	<b>Seminar Glas und Keramik für Medizintechnik</b>	<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>	<b>Zusammenfassung eines wissenschaftlichen Papers in Form eines Vortrages und eines Posters</b>
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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 319374	<b>Seminar 'Hallo Welt!' für Fortgeschrittene</b> Seminar: "Hello World!" for advanced students	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten. Es besteht eine Anwesenheitspflicht.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Daniela Novac	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Programmierungswettbewerbe wie der <b>International Collegiate Programming Contest (ICPC)</b> der ACM bieten die Möglichkeit, die eigenen Programmier- und Teamfähigkeiten an einer Vielzahl algorithmischer Probleme aus ganz verschiedenen Gebieten wie Geometrie, Kombinatorik, String-Verarbeitung und Zahlentheorie zu testen. Dabei treten die Studenten in 3er-Teams an, haben aber nur einen Computer zur Verfügung. Oft ist die Teamstrategie entscheidend für den Erfolg der Gruppe.</p> <p>In diesem Seminar werden wichtige Algorithmen zur Lösung von Problemen aus den verschiedenen Gebieten in wöchentlichen, studentischen Vorträgen vorgestellt und Standardverfahren eingeübt. Neben den Vorträgen werden die aktuell zu lösenden Aufgaben in einer simulierten Wettbewerbssituation in 3er-Teams besprochen und Lösungsansätze in der Gesamtgruppe diskutiert.</p> <p>Das Seminar bereitet auf die Teilnahme am Programmierungswettbewerb der Universität Erlangen-Nürnberg Ende des Sommersemesters vor. Es besteht Teilnahmepflicht für diesen Wettbewerb.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Nach der Teilnahme an diesem Seminar sind die Studierenden in der Lage:</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,</li> <li>• eine Präsentation mit Begleitmaterial für ein Fachpublikum zu entwickeln,</li> <li>• einen Vortrag im vorgegebenen Zeitrahmen durchzuführen,</li> <li>• Sachverhalte unter Fachleuten zu diskutieren,</li> <li>• grundlegende und fortgeschrittene Algorithmen aus diversen Themengebieten darzulegen,</li> <li>• den Zusammenhang zwischen der Laufzeit und dem Speicherverbrauch von Programmen und der theoretischen Komplexität (O-Kalkül) anzugeben,</li> <li>• algorithmische Probleme zu analysieren und die gelernten Algorithmen zur Lösung anzuwenden,</li> <li>• Lösungsideen in Kleingruppen zu entwickeln und diese in der Gesamtgruppe zu präsentieren.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	AuD (oder GdP), Spaß am Programmieren, Teilnahme am ICPC	

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: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Skiena/Revilla, Programming Challenges. The Programming Contest Training Manual. Springer 2003.  Cormen/Leiserson/Rivest/Stein, Introduction to Algorithms. MIT Press 2001.

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

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. 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 gefragten 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>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Seminar Mensch-Roboter-Interaktion (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	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>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Seminar Humans in the Loop: The Design of Interactive AI Systems (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Bernhard Kainz 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. 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:  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 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:  Introduction to Human-in-the-Loop Machine Learning</p> <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	<p><b>Lernziele und Kompetenzen</b></p>	<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, 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> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <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>	Prerequisites recommended: Deep Learning ML Prof. Dr. Andreas Maier 2+2 5 x E Pattern Recognition ML Prof. Dr. Andreas Maier 3+1+2 5 x E Maschinelles Lernen für Zeitreihen ML Prof. Eskofier, Prof. Oliver Amft, Dr. Ch. Mutschler 2+2+2 7.5 x E
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: 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	Hauptseminar: Seminar Informationssysteme im Gesundheitswesen (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof.Dr.med. Thomas Ganslandt	

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 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> <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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47597	<b>Seminar Learning and interaction in medical robotics</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Seminar: Learning and Interaction in Medical Robotics (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Fabio Egle Marek Sierotowicz Prof. Dr. Claudio Castellini Marc-Anton Scheidl	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Claudio Castellini	
5	<b>Inhalt</b>	In this module, students will analyse, present and discuss research sub-topics in machine learning and human-robot interaction in rehabilitation and medical robotics. This includes issues in control of prostheses, exoskeletons and exo-suits for rehabilitation, clinical robots to aid walking and muscular recovery, surgical robotics, etc. Besides reflecting on contemporary literature, the students are asked to draw own conclusions and suggest directions for future research.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	On successful completion of the module, students will be familiar with recent research challenges in learning and interaction in rehabilitation and medical robotics, both theoretically and practically. They will also be able to deduce potential new research lines from recent developments.	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Recommended: basic maths, especially statistics; fundamentals of signal processing and machine learning; fundamentals of experimental psychology.	
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>		
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <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> </ul>	

- |  |  |
|--|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"><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> 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	Hauptseminar: Maschinelles Lernen und Datenanalytik für Industrie 4.0 (2 SWS) Attendance of all meetings is required.	5 ECTS
3	Lehrende	Christoph Scholl Johannes Roider Prof. Dr. Björn Eskofier	

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. 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> <li>• Students will learn to identify opportunities, challenges and limitations of corresponding ML approaches in businesses</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <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>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Machine Learning in MRI (4 SWS) Attendance is compulsory for the mid-term presentations.	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Florian Knoll Vanya Saksena Marc Vornehm	

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>	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 (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>		

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	Angelika Thalmayer	

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>	Semester: 3
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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 804407	<b>Seminar Medizintechnik</b> Seminar medical engineering	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
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. 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>	Semester: 3	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 2022	
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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47543	<b>Seminar MindMove: Real-Time Decoding of Neural Signals into Movement Intent</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Alessandro Del Vecchio	
5	<b>Inhalt</b>	<p>This seminar will cover the current state-of-the-art techniques for decoding neural signals into motor intentions through brain-machine interfaces.</p> <p>Participants will learn how to analyze these signals and understand the reasoning behind the implementation of these interfaces, which are capable of recording and processing at a millisecond time scale. The seminar will also involve analyzing new literature on brain-machine interfaces from an engineering perspective and discussing the limitations of these systems when used in real-time.</p> <p>As part of this seminar, students will be required to develop their own real-time solution and present it through a live demonstration. Upon completion, they will write a report detailing their findings and following proper scientific practices.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Students will learn about:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Applying signal processing techniques on surface electromyographic data to extract motor intent in real-time</li> <li>• Creating own code</li> <li>• Documenting code</li> <li>• Strengthening team skills</li> <li>• Learning about latest AI methods</li> <li>• Presenting complex topics</li> <li>• Extracting relevant information from journal papers</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 Hauptseminar Medizintechnik Master of Science Medizintechnik 20182  Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222  - M.Sc. Informatik</p> <p>- M. Sc. Medizintechnik</p> <p>- M. Sc. Artificial Intelligence</p> <p>- M. Sc. Advanced Signal Processing and Communications Engineering</p> <p>- M. Sc. Data Science</p>	

		- Bachelor's in computer science, and medical engineering.
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung Oral examination The students will give a scientific presentation in English according to international conference standards  Written examination The students will submit a scientific paper in English
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%) <i>Oral examination 50% Written examination 50%</i>
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>	<i>Recommended</i>  -Principles of Neuroscience from Eric R. Kandel, MD  -Neural Engineering, Edited by Bin He  -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>  <i>Preparatory</i>  R. C. Sîmpetru, M. Osswald, D. I. Braun, D. S. Oliveira, A. L. Cakici, and A. Del Vecchio, "Accurate Continuous Prediction of 14 Degrees of Freedom of the Hand from Myoelectrical Signals through Convolutional Deep Learning," in <i>Proceedings of the 2022 44th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine &amp; Biology Society (EMBC)</i> , Jul. 2022, pp. 702–706. doi: <a href="https://doi.org/10/gq2f47">10/gq2f47</a> .

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	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <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>	Semester: 3
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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47542	<b>Seminar Neurophysiology and Neuroengineering applications in sports</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Alessandro Del Vecchio	
5	<b>Inhalt</b>	<p>The central nervous system is a biological structure with high temporal resolution. For example, when controlling a muscle for precise or explosive movements, the CNS must generate intelligent behaviour at the millisecond time scale. Studying the control of muscles and movement by the CNS in elite athletes is of particular interest, as their neural control has adapted through years of extensive training toward high performance that cannot be investigated in regular people. The physiological boundaries of motor control can be investigated only in highly trained subjects, and research in this population can help understand the limits in which the neuromuscular system can be trained not only in sports but also in medical applications such as neurorehabilitation or physiotherapy, as the neuromuscular system of elite athletes could be adopted as a physiological model.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>In this seminar, you will learn about the basics of neuromuscular physiology, the neural control of movements, and how the research methods in this field can be applied to elite athletes. You will learn about the methods we can use to interface and measure the neural signals that control movement and how we can process and analyze this data. A specific focus of this seminar will be the research of relevant literature in the presented field of neurophysiological research.</p> <p>Students will select a specific topic of neuroengineering or neurophysiology in sports. Students will present their results:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- in a short presentation and</li> <li>- in a written report in the form of a scientific publication that follows good scientific practice</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 Hauptseminar Medizintechnik Master of Science Medizintechnik 20182  Hauptseminar Medizintechnik / Advanced Seminar Medical Engineering Master of Science Medizintechnik 20222  - M. Sc. Medizintechnik  - Medicine</p>	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>Seminarleistung  Evaluation will be based on:</p>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentation of selected research topic according to international conference standards</li> <li>• Written report of selected research topic following good scientific practice according to IEEE standards</li> </ul> <p>The presentation and written report will be in English language.</p>
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><i>Preparatory</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Principles of Neuroscience from Eric R. Kandel, MD</li> <li>-Neural Engineering, Edited by Bin He</li> <li>-Motor unit, Heckman and Enoka, DOI: 10.1002/cphy.c100087</li> <li>-Surface Electromyography, Physiology, Engineering, and Applications. Edited, Roberto Merletti and Dario Farina</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 406250	<b>Seminar Photonik/Lasertechnik</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Seminar Photonik/Lasertechnik (2 SWS)	2,5 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>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". 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>	Semester: 3	
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	Seminar: Seminar: Physik in der Medizin (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Bernhard Hensel	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof.Dr.rer.nat Christoph Bert Prof. Dr. Ben Fabry Prof. Dr. Bernhard Hensel
5	<b>Inhalt</b>	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. See the StudON page for the list of topics and further information.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Students <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>	Primary literature will be provided by the supervisors of the individual topics.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 605737	<b>Seminar Polymerwerkstoffe-Kernfach</b>	<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>	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.	
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>		

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92352	<b>Seminar Quantentechnologien</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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> 47581	<b>Seminar Quantifying lymphocyte dynamics</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Quantifying lymphocyte dynamics (QUANTLY) (2 SWS)	-
3	Lehrende	Prof. Dr. Frederik Graw	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Frederik Graw
5	<b>Inhalt</b>	Quantifying and understanding the dynamics of immune cells, i.e., lymphocytes, during health and disease is an important prerequisite for the design of appropriate treatment regimens and vaccination approaches. In this seminar, we will discuss the combination of different types of experimental data with various mathematical, computational and data analytical methods to quantify the generation, proliferation and differentiation dynamics of immune cells. We will see how the advancement of experimental methods, such as cellular barcoding or scRNA-seq, requires more sophisticated data analytical methods, including concepts from machine learning, and how this has advanced our understanding of lymphocyte dynamics.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	The participants will present various concepts based on scientific papers, discussing the experimental approaches in combination with the mathematical methods. Participants will <ul style="list-style-type: none"> <li>• learn to combine experimental data and data analytical methods to infer immunological processes</li> <li>• learn to carefully interpret various data types</li> <li>• learn the promises and limitations of different immunological data</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	This interdisciplinary seminar is intended for students with a background in the life sciences and interest for data analytical methods and/or for students from quantitative subjects (AI, Data Science, Mathematics, (Bio-)Physics). Basic knowledge of mathematics (ordinary differential equations, statistics) and interest in interdisciplinary work is strongly 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 This course is appropriate for students within their last year of BSc in quantitative disciplines or MSc students interested in immunological data science (e.g. BSc/MSc Artificial Intelligence; BSc/MSc Data Science; MSc Medical Engineering; MSc Molecular Medicine; MSc Integrated Life Sciences; MSc Integrated Immunology).
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung Successful participation of the course will be based on <ul style="list-style-type: none"> <li>• Individual presentation</li> <li>• Written assignment (10-15 pages)</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participation in the seminars and discussions</li> </ul>
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>	<p>Exemplary articles:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• De Boer et al.: Quantifying T lymphocyte turnover, J. Theo Biol. 2013</li> <li>• Gossel et al.: Memory CD4 T cell subsets are kinetically heterogeneous and replenished from naive T cells at high levels, Elife 2017</li> <li>• Gerlach et al.: Heterogeneous Differentiation Patterns of Individual CD8+ T Cells, Science 2013</li> <li>• Pei et al.: Using Cre-recombinase-driven Polylox barcoding for in vivo fate mapping in mice. Nat. Protocols 2019</li> <li>• Saelens et al.: A comparison of single-cell trajectory inference methods, Nat Biotechn. 2019</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47627	<b>Seminar Robotics for the Lower Limb</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

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>	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%) <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:</i>	

A review. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 12(1).  
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	Hauptseminar: Seminar Automatic Analysis of Voice, Speech and Language Disorders in Speech Pathologies (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Seung Hee Yang Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Seung Hee Yang	
5	<b>Inhalt</b>	This seminar deals with how the diagnosis and therapy of different speech pathologies can be supported by speech technology. The participants should present selected speech, speech and voice disorders in a lecture and demonstrate corresponding technologies in the field of pattern recognition and speech processing.	
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	



1	<b>Modulbezeichnung</b> 47592	<b>Seminar Surgical Robotics Hardware</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Seminar Surgical Robotics Hardware (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Pit Henrich Prof. Dr. Franziska Mathis-Ullrich	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Franziska Mathis-Ullrich	
5	<b>Inhalt</b>	<p>In this module, students will analyse, present and discuss issues and topics concerning the usage of biological signals in rehabilitation and assistive robotics, including the correct placement and use of the associated sensors, the techniques to condition the signals, sensor fusion, feature extraction and the usage of machine learning applied to such kind of signals.</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>	On successful completion of the module, students will be familiar with sensors and signals used in rehabilitation and assistive robotics, both theoretically and practically. They will also be able to deduce potential new research lines from recent developments.	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Recommended: basic maths, especially statistics; fundamentals of signal processing and machine learning.	
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>		
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>• [2015] A survey of sensor fusion methods in wearable robotics, D. Novak and R. Riener</li> </ul>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47593	<b>Seminar Surgical Robotics Software</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Seminar Surgical Robotics Software (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Franziska Mathis-Ullrich Pit Henrich	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Franziska Mathis-Ullrich	
5	<b>Inhalt</b>	<p>In this module, students will analyse, present and discuss issues and topics concerning the usage of biological signals in rehabilitation and assistive robotics, including the correct placement and use of the associated sensors, the techniques to condition the signals, sensor fusion, feature extraction and the usage of machine learning applied to such kind of signals.</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>	On successful completion of the module, students will be familiar with sensors and signals used in rehabilitation and assistive robotics, both theoretically and practically. They will also be able to deduce potential new research lines from recent developments.	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Recommended: basic maths, especially statistics; fundamentals of signal processing and machine learning.	
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>		
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>• [2015] A survey of sensor fusion methods in wearable robotics, D. Novak and R. Riener</li> </ul>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47595	<b>Seminar The why and how of human gait simulations</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: The why and how of human gait simulations (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Anne Koelewijn	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Anne Koelewijn
5	<b>Inhalt</b>	In this module, students will analyse, present and discuss issues and topics concerning the usage of biological signals in rehabilitation and assistive robotics, including the correct placement and use of the associated sensors, the techniques to condition the signals, sensor fusion, feature extraction and the usage of machine learning applied to such kind of signals. Besides reflecting on contemporary literature, the students are asked to draw own conclusions and suggest directions for future research.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	On successful completion of the module, students will be familiar with sensors and signals used in rehabilitation and assistive robotics, both theoretically and practically. They will also be able to deduce potential new research lines from recent developments.
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Recommended: basic maths, especially statistics; fundamentals of signal processing and machine learning.
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>	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
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>	
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>• [2015] A survey of sensor fusion methods in wearable robotics, D. Novak and R. Riener</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 985184	<b>Technik in der Orthopädie</b>	<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 Bereich der klinischen Biomechanik, biomechanischer Messmethoden zur in vivo Diagnostik spezifischer Krankheits- und Verletzungsbilder sowie zur Beurteilung des in vitro / in vivo Verhaltens medizinischer Implantate.</p> <p>Themenübersicht: Themenliste für Präsentationen/Executive Summary ab Semesterbeginn über StudOn einsehbar.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Lernziele und Kompetenzen</p> <p>Der Studierende soll Fachwissen (Fachkompetenz) zu den diversen Seminarthemen aus dem Bereich der Orthopädie (bspw. der Implantattechnologie oder Methoden der in vivo Diagnostik) sich selbstständig erarbeiten und verstehen, im Rahmen des Seminars ist der Studierende in der Lage, seinen Kommilitonen die Konzepte und Methoden bspw. der Implantattechnologie mit Vor- und Nachteilen mit zugehörigen Fachtermini an Beispielen im Rahmen eines Fachvortrages zu beschreiben und zu erklären. Dabei reflektiert er kritisch die vorgestellte Methode oder Konzepte.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Empfohlene Voraussetzung</p> <p>Grundlagen "Wissenschaftliches Arbeiten" / "Literaturrecherche"</p> <p>Kontakt: <a href="mailto:frank.seehaus@fau.de">frank.seehaus@fau.de</a></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>	<p>Seminarleistung</p> <p>Seminarleistung (Vortrag u. schriftliche Ausarbeitung)</p>	

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> 47612	<b>Tracking Olympiad</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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>	<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 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>

# M2

## Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV)

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93873	<b>Advanced Deep Learning</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Advanced Deep Learning (2 SWS) Übung: Advanced Deep Learning Exercises (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof.Dr.Ing. Katharina Breininger Dr.-Ing. Vincent Christlein	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof.Dr.Ing. Katharina Breininger	
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 or TPUs).</p> <p>In this course we will explore advanced deep learning methods. In particular, we will aim to develop a deeper understanding of topics beyond SGD optimization, CNNs and simple RNN networks, for example: attention in neural networks, self- and unsupervised learning, representation learning, multi-task and multi-modal learning, as well as diffusion and energy-based models. The selection of topics will be continuously adapted to reflect current research interests at high-impact conferences like CVPR, ICCV/ECCV, NeurIPS, ICLR and ICML. The goal of this is course is to develop both a sound theoretical understanding of these approaches and identify areas of application for these advanced techniques. This will be complemented by programming exercises to facilitate an in-depth understanding. Where suitable, we will further discuss ethical and societal implications of the discussed machine learning methods.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>By the end of this course, students will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand advanced techniques in deep learning</li> <li>• identify a suitable approach as well as its benefits and shortcomings</li> <li>• discuss the technical requirements of different approaches</li> <li>• read and discuss recent papers in the discipline</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>We strongly recommend students to have acquired a thorough understanding of fundamental Machine Learning and Deep Learning techniques, e.g., from the lecture + exercises "Deep Learning".</p> <p>Furthermore, programming experience in Python and Pytorch will be necessary to complete the exercises.</p>	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222</p> <p>M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222</p>	

10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Übungsleistung mündlich (30 Minuten)
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>	

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: Computer Exercises (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 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 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: 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: CGTut (1 SWS) Vorlesung: Computer Graphics (3 SWS)	1,25 ECTS 3,75 ECTS
3	Lehrende	Linus Franke Laura Fink 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>• Visibilitätsbetrachtungen</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: 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 die allgemeine Form der Transformationsmatrix in homogener Koordinaten</li> <li>• skizzieren die Verfahren zur Tiefe- und Visibilitätsberechnung</li> <li>• vergleichen die unterschiedlichen Farbmodelle der Computergraphik</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <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 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) 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 Englisch

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>	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: CGTut (1 SWS) Vorlesung: Computer Graphics (3 SWS) Übung: CGTutP (2 SWS)	1,25 ECTS 3,75 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Linus Franke Prof. Dr. Marc Stamminger Laura Fink	

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>• Visibilitätsbetrachtungen</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 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>• 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> <li>• lösen Aufgaben zu Beleuchtung und Texturierung von 3D virtuellen Modellen</li> <li>• klassifizieren Schattierungsverfahren</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <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 Klausur (60 Minuten) Übungsleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Übungsleistung (0%) Klausur (100%) Übungsleistung (0%)
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 Englisch
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> </ul>

- |  |  |
|--|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Bungartz, Griebel, Zenger: Einführung in die Computergraphik</li><li>• Encarnaçã, Strasser, Klein: Computer Graphics</li></ul> |
|--|--|

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> <p>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>	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><b>Empfohlene Bücher zur Begleitung und Vertiefung:</b></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><b>Weitere Informationen:</b></p> <p><a href="https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/vorlesungen/cyber-physical-systems/">https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/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</p> <p>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 (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>	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>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Data Science Survival Skills (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	René Groh 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 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222 M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (MEL) 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 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>	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: DL E (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier Zijin Yang Leonhard Rist	

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. 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> <li>• autonomously design deep learning techniques and prototypically implement them,</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <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 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M2 Engineering Core Modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 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>	<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. 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. This course covers basics of analysis and design of digital transmitters and receivers. Initially, we consider a simple channel model whose received signal is impaired only by additive white Gaussian noise. Then, we extend fundamental concepts to channels with unknown phases and distortion. Additionally, we treat digital modulation techniques, e.g., pulse amplitude modulation (PAM), digital frequency modulation (FSK) and continuous-phase modulation (CPM), and orthogonal constellations. The Nyquist criterion in time and frequency domain, optimal coherent and incoherent detection and decoding methods, signal space representations of digitally modulated signals, various equalization methods, and multicarrier transmission methods are also discussed.</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> <li>• charakterisieren digitale Modulationsverfahren im Signalraum,</li> <li>• ermitteln informationsverlustfreie Demodulationsverfahren,</li> <li>• entwerfen optimale kohärente und inkohärente Detektions- und Decodierungsverfahren,</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 45400	<b>Digitale Bildverarbeitung</b> Digital image processing	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Digitale Bildverarbeitung (2 SWS) Übung: Digitale Bildverarbeitung - Übung (0 SWS)	- -
3	Lehrende	Dr. Achim Sack Olfa D'Angelo	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Thorsten Pöschel
5	<b>Inhalt</b>	Digitale Bildverarbeitung spielt eine immer größere Rolle bei der Durchführung und Auswertung von Messungen in Forschung, Entwicklung und Produktionsüberwachung. Das Modul vermittelt grundlegende und weiterführende Kenntnisse und Techniken zur selbständigen Lösung häufiger Problemstellungen bei der optischen Datennahme und -auswertung. Themen: Licht, Lichtquellen, Kameras, Optik, Aufnahmetechniken, Detektoren, Aberrationen, Digitale Bildtypen, Speicherformate, Abtasttheorem, Kompression, Filter, Rauschen, Kalibrierung, Fourier Transformation, Bildwiederherstellung, Korrelation, PIV, Tracking, Farbbilder, Wavelets, Morphologie, Segmentation, Repräsentation, Abstraktion, Objekterkennung.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden können selbstständig optische Daten aufnehmen und auswerten. Sie verstehen das Konzept der zugrundeliegenden Methoden. Unter anderem beherrschen und verwenden Sie Methoden: <ul style="list-style-type: none"> <li>• zur selbstständigen Aufnahme und Verarbeitung digitaler Bilder</li> <li>• zur Filterung von Bildern im Orts- und Fourierraum</li> <li>• zur Segmentierung von Bildern</li> <li>• zur Objekterkennung und Klassifikation von Objekten</li> <li>• zur Objektverfolgung (PIV)</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 (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: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester

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

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> <li>• verstehen die Beschreibungsmethoden von Multiraten-Systemen und wenden diese zur Beschreibung von Filterbänken an</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <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 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 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>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	*Empfohlene Literatur/ Recommended Reading:*  *1.* J.G. Proakis, D.G. Manolakis: Digital Signal Processing. 4th edition. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 2007.  *2.* A.V. Oppenheim, R.V. Schaffer: Digital Signal Processing. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1975.

\*3.\* K.D. Kammeyer, K. Kroschel: Digitale Signalverarbeitung: Filterung und Spektralanalyse mit MATLAB®-Übungen . 8. Aufl. Teubner, Stuttgart, 2012

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93510	<b>Digitale Übertragung</b> Digital communications	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 43940	<b>Echtzeitsysteme</b> Real-time computing	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

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 Echtzeitrechensystem zu kontrollierenden Objekts.</li> <li>• nennen die Zeitparameter des zugrundeliegenden Rechensystems (Unterbrechungslatenz, Ausführungszeit, ...).</li> <li>• unterscheiden synchrone und asynchrone Programmunterbrechung (insbesondere Trap/Interrupt, Ausnahmebehandlung und Zustandssicherung).</li> </ul>	

- skizzieren die Verwaltungsgemeinkosten des schlimmsten Falls.
- entwickeln in der Programmiersprache C und wenden die GNU Werkzeugkette für den ARM Cortex M4 Microcontroller an.
- erstellen Echtzeitanwendungen auf Basis der eCos OS-Schnittstelle
- ordnen die Strukturelemente von Echtzeitanwendungen zu: Aufgabe, Arbeitsauftrag und Faden.
- erläutern die Implikationen von zeitlichem Mehrfachbetrieb auf die Verwaltungsgemeinkosten.
- unterscheiden die Umsetzungsalternativen zur Ablaufsteuerung und die Trennung der Belange in Einplanung (Strategie) und Einlastung (Mechanismus).
- benennen die grundsätzliche Verfahren der Ablaufsteuerung (taktgesteuert, reihum, vorranggesteuert).
- erklären die grundlegenden Zeitparameter einer Aufgabe (Auslösezeitpunkt, Termin, Antwortzeit, Latenz, Ausführungszeit, Schlupfzeit).
- unterscheiden die Grundlagen der Planbarkeit (gültig vs. zulässig, Optimalität von Einplanungsalgorithmen).
- beschreiben den Unterschied zwischen konstruktiver und analytischer Einhaltung von Terminen-.
- vergleiche die Möglichkeiten (statisch, dynamisch) der zeitliche Analyse von Echtzeitanwendungen.
- erklären die Grundlagen und Beschränkungen von dynamischer (worst-case?) und statischer WCET-Analyse (makroskopisch und mikroskopisch).
- illustrieren Lösungsverfahren zur Bestimmung des längsten Ausführungspfads (Timing Schema, IPET).
- erstellen Zeitmessung mittels Zeitgeber / Oszilloskop und bestimmen den längsten Pfad durch 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 aufschiebbare Zusteller und Sporadic Server (SpSL und POSIX).
- wenden eine Übernahmeprüfung bei sporadischen Aufgaben mittels dichte- oder schlupfbasierten Akzeptanztests an.
- arbeiten einen strukturierter Ablaufplan (Rahmen) aus und untersuchen den Einsatz von Slack-Stealing.
- ermitteln gerichtete Abhängigkeiten und Rangfolgen in Echtzeitanwendungen (Abhängigkeits- und Aufgabengraph).
- stellen Umsetzungsalternativen für Abhängigkeiten einander gegenüber (naiv, implizit, explizit).
- beschreiben das Konzept der zeitlichen Domänen und physikalischer bzw. logischer Ereignisse.
- übertragen Abhängigkeiten auf das Problem der Ablaufplanung (modifiziere Auslösezeitpunkt/Termin, Phasenversatz).

		<ul style="list-style-type: none"> <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>	Für eine erfolgreiche Teilnahme an der Veranstaltung sind grundlegende Programmierkenntnisse in C/C++ erforderlich. Diese können durch den (empfohlenen) Besuch entsprechender Grundlagenveranstaltungen oder im Eigenstudium erworben sein, eine formale Voraussetzung besteht in diesem Zusammenhang nicht.
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	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

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>	<p>Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben:</p> <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> <li>• stellen Fehlerbäume auf.</li> <li>• organisieren Softwareentwicklungsprojekte mittels der Versionsverwaltung git.</li> <li>• vergleichen die verschiedenen Arten der Redundanz als Grundvoraussetzung für Fehlererkennung und -toleranz.</li> <li>• entwickeln fehlertolerante Systeme mittels Replikation.</li> <li>• diskutieren die Fehlerhypothese und die Sicherstellung von Replikdeterminismus.</li> <li>• erläutern die Vor- und Nachteile softwarebasierter Replikation und den Einsatz von Diversität.</li> </ul>	

- 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.
- erläutern die Funktionsweise von Sammel- und Präfixsemantiken.
- erstellen einen Korrektheitsbeweis für einen a-b-Filter mittels des Astrée Werkzeugs zur abstrakten Interpretation von C Programmen.
- bewerten die Verlässlichkeit kommerzieller, sicherheitskritischer Systeme anhand von Fallstudien (Sizewell B, Airbus A320).

		<ul style="list-style-type: none"> <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>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44410	<b>Eingebettete Systeme</b> Embedded systems	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: UE-ES (2 SWS) Vorlesung: Eingebettete Systeme (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Khalil Esper Dominik Walter Patrick Plagwitz 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> <i>The focus of this module is the design and implementation of embedded systems using formal methods and computer-aided design techniques. Embedded systems are computing systems tailored for a particular application (e.g., mobile communication devices, smart card systems, industrial control, consumer electronics, medical technology) and integrated into a technical context. The keen interest in the systematic design of heterogeneous embedded systems is driven by the increasing diversity and complexity of embedded system applications, the need to reduce design and test costs, and advances in key technologies (microelectronics, formal methods).</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><b>Empfohlenes Buch zur Begleitung und Vertiefung:</b></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><b>Weitere Informationen:</b></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: UE-ES (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	Dominik Walter Patrick Plagwitz Khalil Esper Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich PD Dr.Ing. Frank Hannig	

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

		<p>students learn about current design tools for architecture synthesis (hardware) and software synthesis on-site at the chair's computer workstations.</p> <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 data-bbox="612 306 1342 383"><b>Empfohlenes Buch zur Begleitung und Vertiefung:</b></p> <ul data-bbox="651 459 1394 562" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="651 459 1394 562">• Teich J., Haubelt C.: "Digitale Hardware/Software-Systeme: Synthese und Optimierung", Springer-Verlag, 2007, ISBN: 978-3-540-46822-6</li> </ul> <p data-bbox="612 638 1046 678"><b>Weitere Informationen:</b></p> <p data-bbox="612 786 1394 848"><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> 93540	<b>Ereignisgesteuerte Systeme</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: UE-EGS (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. 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>	<p><b>Weitere Informationen:</b></p> <p><a href="https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/vorlesungen/ereignisgesteuerte-systeme">https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/vorlesungen/ereignisgesteuerte-systeme</a></p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 575129	<b>Functional Analysis for Engineers</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Exercises: Functional Analysis for Engineers 3 (2 SWS)	2,5 ECTS
		Vorlesung mit Übung: Functional Analysis for Engineers (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Riccarda Scherner-Grießhammer Souryadeep Saha 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. Furthermore, students execute applications in solving partial differential equations. 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 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 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>	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: GMTut (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. 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> <li>• berechnen Bezierkurven und B-Splines</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <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 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) 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	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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 (90 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: 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>• Lehrbuch: Betriebssysteme Grundlagen, Entwurf, Implementierung, Wolfgang Schröder-Preikschat, 2008</li> </ul>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 43490	<b>Hardware-Software-Co-Design</b> Hardware-software-co-design	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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><b>Empfohlene Bücher zur Begleitung und Vertiefung:</b></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><b>Weitere Informationen:</b></p> <p><a href="https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/vorlesungen/hardware-software-co-design">https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/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	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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  7) Demonstrationen mit rechnergestützten Entwurfswerkzeugen und praktische Übungen</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> <li>Die Studierenden wenden das erlernte Wissen in den erweiterten Übungen vor Ort an den Rechnerarbeitsplätzen des Lehrstuhls an.</li> </ul> Sozialkompetenz <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><b>Empfohlene Bücher zur Begleitung und Vertiefung:</b></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><b>Weitere Informationen:</b></p> <p><a href="https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/vorlesungen/hardware-software-co-design">https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/vorlesungen/hardware-software-co-design</a></p>

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 Johannes Kliemt	

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 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. The e-learning course HETRON for the exploitation of parallel and heterogeneous computer architectures) focuses on two main topics which are closely related to each other. This concerns on one side the benefits of using different kinds of multi-core processors and parallel architectures built-up on base of these multicore processors. These architectures differ among each other in the number and in the complexity of its single processing nodes. We distinguish between systems consisting of a large number of simpler, so called fine-grained, processor cores vs. systems consisting of a smaller number of more complex, so called coarse-grained, processor cores.</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 this requires the use of parallel programming languages and environments, like CUDA or OpenMP. However, besides these questions of using the right syntax and the right compiler switches to optimize a parallel program it is a pre-requisite to understand how</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 with parallel computing and (iii) in what context stand these mechanisms to heterogeneous architectures. In other words it handles the question which architecture is the best one for a certain parallelization technique. To teach these three topics, is one main goal we pursuit with the course HETRON, and of course, this more fundamental basics of heterogeneous and parallel computing have to be proven by means of concrete application examples to deepen the acquired knowledge about heterogeneous architectures and parallel computing principles.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>...verstehen die Notwendigkeit sowie grundlegende Anwendungsfälle für heterogene Rechnerarchitekturen.</li> <li>...können den grundlegenden Aufbau und das Zusammenspiel der Komponenten heterogener Rechnerarchitekturen erklären.</li> <li>...erläutern grundsätzliche Parallelisierungsprinzipien wie Amdahls Law, High-Performance- und High-Throughput-Computing sowie Parallelisierungsstrategien.</li> <li>...können einfache Programme mit Hilfe der vermittelten Parallelisierungsprinzipien (Amdahls Law, High-Performance- und High-Throughput-Computing) analysieren und entsprechende Parallelisierungsstrategien entwickeln.</li> <li>...erklären den Aufbau sowie Stärken und Schwächen von verschiedenen Architekturen wie CPUs, GPUs, Many-Core Prozessoren und FPGAs.</li> <li>...implementieren ausgewählte Anwendungsbeispiele (SHA256 Algorithmus, Ising-Modell und Fast-Fourier-Transformation) auf oben genannte Architekturen.</li> <li>...erforschen und bewerten verschiedener Parallelsierungstechniken in Abhängigkeit der Anwendung und der Architektur.</li> <li>...erläutern die Grundlagen des Grid- und Cloud-Computings</li> <li>...sind in der Lage parallele Berechnungen (SHA256) im Grid umzusetzen.</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>M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222</p> <p>M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) 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>	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>	

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	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> <p>15. Lossy source coding: transform coding and JPEG compression</p> <p>--</p> <p>1. Einleitung: Binomialverteilung, (7,4)-Hamming-Code, Paritätsmatrix, Generatormatrix</p> <p>2. Wahrscheinlichkeit, Entropie und Inferenz: Entropie, bedingte Wahrscheinlichkeit, Bayessches Gesetz, Likelihood, Jensensche Ungleichung</p> <p>3. Inferenz: Inverse Wahrscheinlichkeit, statistische Inferenz</p> <p>4. Das Quellencodierungstheorem: Informationsgehalt, typische Folgen, Tschebyschevsche Ungleichung, Gesetz der großen Zahlen</p> <p>5. Symbolcodes: eindeutige Dekodierbarkeit, mittlere Codewortlänge, präfixfreie Codes, Kraftsche Ungleichung, Huffmancodierung</p>

		<p>6. Stromcodes: arithmetische Codierung, Lempel-Ziv-Codierung, Burrows-Wheeler-Transformation</p> <p>7. Abhängige Zufallsvariablen: Transinformation, Datenverarbeitungslemma</p> <p>8. Kommunikation over gestörte Kanäle: diskreter gedächtnisloser Kanal, Kanalcodierungstheorem, Kanalkapazität</p> <p>9. Das Kanalcodierungstheorem: verbundtypische Folgen, Beweis des Kanalcodierungstheorems, Beweis des Umkehrsatzes, symmetrische Kanäle</p> <p>10. Fehlerkorrigierende Codes und reale Kanäle: AWGN-Kanal, mehrdimensionale Gaußsche WDF, Kapazität des AWGN-Kanals</p> <p>11. Binäre Codes: Minimaldistanz, perfekte Codes, Warum perfekte Codes schlecht sind, Warum Distanz nicht alles ist</p> <p>12. Nachrichtenaustausch: verteiltes Zählen, Pfadzählen, günstigster Pfad, Minimumsummenalgorithmus</p> <p>13. Exakte Marginalisierung in Graphen: Faktorgraph, Summenproduktalgorithmus</p> <p>14. LDPC-Codes: Dichteevolution, Knotenordnung, reguläre und irreguläre Codes, Graphumfang</p> <p>15. Verlustbehaftete Quellencodierung: Transformationscodierung und JPEG-Kompression</p>
6	<p><b>Lernziele und Kompetenzen</b></p>	<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. Kommunikationssysteme entwerfen sie unter Betrachtung von Entropie und Kanalkapazität. Sie berechnen diese Größen für gedächtnislose Quellen und Kanäle. Die Studierenden beweisen sowohl das Quellen- als auch das Kanalcodierungstheorem. Die Studierenden vergleichen verschiedenartige Quellencodierungsverfahren hinsichtlich Komplexität und Kompressionsrate. Die Studierenden verwenden Quellencodierverfahren zur Messung von Transinformation. Die Studierenden faktorisieren Funktionen mehrerer Veränderlicher, stellen diese als Graph dar und marginalisieren sie bezüglich mehrerer Veränderlicher. Die Studierenden erklären den Entwurf von Kanalcodes und den Einfluss der Minimaldistanz. Sie decodieren Kanalcodes gemäß maximaler Likelihood und Nachrichtenaustausch. Die Studierenden wenden verteilte Algorithmen auf Probleme der Nachrichtentechnik und des Alltagslebens an. Die Studierenden verbessern die Eigenschaften von LDPC-Codes durch Erhöhung des Umfangs und/oder durch irreguläre Knotenordnungsverteilungen. Die Studierenden transformieren Bildquellen zur Verbesserung verlustbehafteter Kompression in den Frequenzbereich.</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
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 Codierv Verfahren (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> <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.</p>	

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.

Furthermore, they describe and analyze transmission scenarios for the application of channel coding which consist of transmitter, transmission channel and receiver, taking into account the general assumptions for applying block codes or modeling the channels. They formulate mathematical descriptions of encoding, optimal decoding and sub-optimal methods.

Students illustrate the principles of error-correcting linear block codes and describe them mathematically using vectors and matrices over finite fields. They implement and analyze corresponding encoder and decoder structures, in particular syndrome decoders, and modify generator matrices, construct test matrices and create syndrome tables. They estimate the minimum Hamming distance of codes using bounds and are able to explain the coding gain that can be achieved in individual cases. They analyze and use example code families (e.g. Hamming codes, simplex codes, Reed-Muller codes).

		<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>	<p>Es ist hilfreich, wenn die Studierenden die erlernten Algorithmen in eine Programmiersprache (C, Matlab usw.) umsetzen können.</p> <p>It would be very helpful if the participants can implement the specified algorithms into a programming language (C, Matlab, etc.).</p>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222</p> <p>M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>schriftlich oder mündlich</p> <p>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.</p> <p>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.</p>

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: WS23-01 (2 SWS) Vorlesung: Konzeptionelle Modellierung (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dominik Probst 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 Abfragemöglichkeiten</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> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <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: KI I - Ü (2 SWS) Vorlesung: Artificial Intelligence I (4 SWS)	- 7,5 ECTS
3	Lehrende	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. Sozialkompetenz</li> <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> <li>- Inferenz and Automatisiertes Theorembeweisen (DPLL-Varianten und PL1)</li> <li>- Classisches Planen</li> <li>- Planen und Agieren in der wirklichen Welt.</li> </ul> <p>---</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 an AI game-play challenge/competition (Kalah).</li> </ul> <p>Contents: Foundations of symbolic AI, in particular:</p>	

		<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>
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 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: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch 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). ISBN: 978-3-8273-7089-1.</p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 532733	<b>Künstliche Intelligenz II</b> Artificial intelligence II	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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>• Machinelles 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> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <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 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) 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> <p>ISBN: 978-3-8273-7089-1.</p> <p>Literature</p> <p>The course follows the following textbook: Stuart Russell and Peter Norvig: Artificial Intelligence: A Modern Approach. Prentice Hall, 3rd edition, 2009.</p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 428256	<b>Maschinelles Lernen für Zeitreihen</b> Machine learning for time series	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Maschinelles Lernen für Zeitreihen Übung (2 SWS) Vorlesung: Maschinelles Lernen für Zeitreihen (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Philipp Schlieper Dr. Dario Zanca Richard Dirauf Prof. Dr. Björn Eskofier	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Björn Eskofier Dr. Dario Zanca	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Aim of the lecture is to teach Machine learning (ML) and Deep Learning (DL) methods for a variety of time series applications. The following topics will be covered:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundamentals and an overview of applications of time series analysis.</li> <li>• Fundamentals of ML methods, such as Gaussian processes, State Space models, and Autoregressive models for time series.</li> <li>• Design, implementation and evaluation of ML methods in order to address time series problems.</li> <li>• Advanced DL methods for time-series, such as Convolutional, Recurrent, and Attention-based models.</li> <li>• Working with widely-used toolboxes that can be used for implementation of ML methods, such as Tensorflow or PyTorch.</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Students can describe concepts of time series problems and their wide applications in industry, medicine, finance, etc.</li> <li>• Students can explain concepts of ML/DL methods in general and tackling time series problems in particular</li> <li>• Students understand the characteristics of time series data and are capable of developing and implementing ML/DL methods to model, predict and manipulate such data in concrete problems</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	This is a specialisation lecture; successful completion of the lectures "IntroPR" and/or "Pattern Recognition" / "Pattern Analysis" is recommended. Concepts taught in "IntroPR" are assumed here as basic knowledge.	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 electronic exam (remote), 90 min.	

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>• Pattern recognition and machine learning. Christopher M. Bishop, Springer, 2006</li> <li>• The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction. Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman, Springer, 2009</li> <li>• Machine Learning: A Probabilistic Perspective. Kevin Murphy, MIT press, 2012</li> <li>• Deep Learning. Ian Goodfellow and Yoshua Bengio and Aaron Courville, MIT Press, 2016</li> </ul>

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

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Michael Fried apl.Prof.Dr. Wilhelm Merz	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementare Numerik: Direkte und iterative Lösungsverfahren bei linearen Gleichungssystemen, Interpolation mit Newton-Polynomen und Splines, Quadratur mit Newton-Côtes-Formeln, Extrapolation nach Romberg</li> <li>• Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen: Verschiedene Runge-Kutta Methoden als Einschrittverfahren, Konsistenz, Stabilität- und Konvergenzaussage, Mehrschrittverfahren</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden lernen</p> <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>	Kurse 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 Englisch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skripte des Dozenten</li> <li>• H.-R. Schwarz, N. Köckler: [Numerische Mathematik], Teubner</li> </ul>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 64631	<b>Numerik II für Ingenieure</b> Numerics for engineers II	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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 criteria</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 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222</p> <p>M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>Klausur</p> <p>Written Exam Open Book Online - 60 Minutes - all written material and all electronic devices are allowed</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> 44060	<b>Optimierung für Ingenieure mit Praktikum</b> Optimisation for engineers (with laboratory)	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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 criteria</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> <p><b>Programming Laboratory</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementation of optimization algorithms</li> <li>• Algorithmic optimization of test problems</li> <li>• Solving a benchmark problem</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> <li>• Students identify optimization routines written in a programming language.</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> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <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> <li>Students observe the behavior of common optimization algorithms applied to numerical test problems.</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> <li>Students plan and implement optimization algorithms in a programming language.</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 and lab programming works.</p> <p>Requires basic knowledge in the implementation of algorithms and data structures in a development environment.</p>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur Written Exam Open Book Online - 60 Minutes - all written material and all electronic devices are allowed Übungsleistung 5 ECTS: Written exam open book online based on the content of the lecture. 2.5 ECTS: Multiple choice online test based on the content of the programming laboratory. Both examinations can be done independently from each other.
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%) Übungsleistung (0%) The grade of the module equals the grade of the written exam.

		The multiple choice online test is only pass or fail and does not influence the grade of the module.
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
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>	<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	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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. 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 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</i></p>

		<p>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.</p> <p>In detail, the following topics are covered:</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 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> </ul>
7	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b></p>	<p>Die Auswahl dieses Moduls schließt die Auswahl des Moduls „Parallele Systeme (Vorlesung mit erweiterten Übungen)“ aus.</p>

8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Portfolio <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>	<b>Weitere Informationen:</b>  <a href="https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/vorlesungen/parallele-systeme">https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/vorlesungen/parallele-systeme</a>

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	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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</i></p>	

		<p><i>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.  <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 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</li> </ul>

		in hands-on computer exercises on-site at the chair's computer workstations.
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>	<b>Weitere Informationen:</b>  <a href="https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/vorlesungen/parallele-systeme">https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/vorlesungen/parallele-systeme</a>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44120	<b>Pattern Analysis</b> Pattern analysis	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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. 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 Musteranalyse-Systemen sowie die zugrundeliegenden mathematischen Methoden ein. 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> <li>• Linear and Non-Linear Manifold Learning: Curse of Dimensionality, Verschiedene Methode zur Dimensionsreduktion: Principal Component Analysis (PCA),</li> </ul>

		<p>Multidimensional Scaling (MDS), Isomap, Laplacian Eigenmaps</p> <ul style="list-style-type: none"> <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	<p><b>Lernziele und Kompetenzen</b></p>	<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> <li>• erläutern statistische Modellierung von Merkmalsmengen und Merkmalsfolgen,</li> <li>• erklären statistische Modellierung abhängiger Größen,</li> <li>• implementieren vorgestellte Verfahren in Python.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <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 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) 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: PR Exercise (1 SWS) Vorlesung: Pattern Recognition (3 SWS)	1,25 ECTS 3,75 ECTS
3	Lehrende	Paul Stöwer Siming Bayer 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>• Kernmethoden</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> <li>• wenden Klassifikatoren zur Lösung konkreter Klassifikationsproblem an</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <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 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 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 oder Englisch 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>

- Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman: The Elements of Statistical Learning - Data Mining, Inference, and Prediction, 2nd edition, Springer, New York, 2009
- Christopher M. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, New York, 2006

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92531	<b>Quantenelektronik I - Quantentechnologien 1</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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>	Fachkompetenz Verstehen grundlegende physikalische Zusammenhänge der Quantenmechanik verstehen. Anwenden quantenmechanische Effekte mit Hilfe von Berechnungen beschreiben. Analysieren Themen der Quantentechnologien selbstständig analysieren.
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 (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222 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 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> 92555	<b>Quanteninformationstechnologie</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Quanteninformationstechnologie (2 SWS) Vorlesung: Quanteninformationstechnologie (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Roland Nagy Andre Pointner	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Roland Nagy
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionsweise von Quantenschaltungsdiagramme</li> <li>• Fehlerkorrektur von Quantensystemen</li> <li>• Quantenalgorithmen im Bereich Quantencomputing und Quantensensorik</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wissen was ein Quantenschaltungsdiagramm ist</li> <li>• kennen die Funktionsweise von Quantengatter</li> <li>• wissen was Dekohärenz bei Quantensystemen bedeutet</li> <li>• kennen Algorithmen zur Fehlerkorrektur von Quantensystemen</li> <li>• kennen Quantenalgorithmen im Bereich Quantencomputing und Sensorik</li> <li>• wissen wie Quantenalgorithmen angewendet werden</li> </ul> <p>Können mit der gewonnen Kompetenz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen wie Quanteninformationen verarbeitet werden</li> <li>• verstehen wie Quantencomputer Informationen verarbeiten</li> <li>• verstehen wie Quantensensoren Informationen erhalten</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Quantenmechanik (oder Quantentechnologie 1)
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222 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>	
16	<b>Literaturhinweise</b>	Begleitendes Vorlesungsskript

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92553	<b>Quantenmechanik</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Roland Nagy
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fahrzeugspezifische Anforderungen an Elektronik im Bordnetz von Kraftfahrzeugen</li> <li>• Leistungselektronik in Fahrzeugen mit konventionellem Bordnetz (12/24 V)</li> <li>• Hybride und rein elektrische Antriebsstrangtopologien (HEV, PHEV, FCEV, BEV)</li> <li>• Leistungselektronik in Hybrid- und Elektrofahrzeugen (Ladegeräte, Umrichter, Gleichspannungswandler): Schaltungskonzepte, Schaltungsauslegung, Simulation</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Grundstruktur und die Eigenschaften des 12/24V Bordnetzes von Kraftfahrzeugen</li> <li>• kennen die fahrzeugspezifischen Anforderungen an Leistungselektronik im Bordnetz von Kraftfahrzeugen</li> <li>• kennen den Aufbau der in den verschiedenen Fahrzeugsteuergeräten eingesetzten Leistungselektronik und die Eigenschaften der darin verwendeten Leistungsschalter (Smart-Power)</li> <li>• kennen die verschiedenen Grundstrukturen (Topologien) der Antriebsstränge von Hybrid- und Elektrofahrzeugen</li> <li>• analysieren verschiedene Antriebsstrangtopologien bezüglich ihrer Anwendungseigenschaften</li> <li>• kennen die Grundsaltungen aller für die Elektrifizierung des Antriebsstrangs erforderlichen leistungselektronischen Wandler (Antriebsumrichter, Gleichspannungswandler)</li> <li>• kennen die wichtigsten technischen Ansätze zur Reduzierung von Bauvolumen, Verlustleistung und Kosten</li> <li>• kennen die Grundsaltungen, die Systemtechnik und die Sicherheitsanforderungen bei kabelgebundenen und kontaktlosen Ladeverfahren</li> <li>• kennen eine Methodik zur Antriebsstrangsimulation auf Fahrzeugebene</li> </ul> <p>Fachkompetenz Anwenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anforderungen an Leistungselektronik für Kraftfahrzeuge beschreiben</li> <li>• Die wichtigsten Bauelemente und Grundsaltungen auslegen</li> </ul> <p>Analysieren</p>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• diskutieren die mit elektrifizierten Antriebssträngen (Hybrid- bzw. Elektrofahrzeuge) verbundenen Zielsetzungen und Basiskonzepte sowie die Grundlagen der dazu erforderlichen leistungselektronischen Systeme</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Grundlagen der Elektrotechnik I-III, Leistungselektronik
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222 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>	
16	<b>Literaturhinweise</b>	Begleitendes Vorlesungsskript

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 Pierre-Louis Sixdenier Tobias Hahn	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Joachim Falk Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich	
5	<b>Inhalt</b>	<p><b>Content:</b> Reconfigurable (adaptive) computing is a novel yet important research field investigating the capability of hardware to adapt to changing computational requirements such as emerging standards, late design changes, and even to changing processing requirements arising at run-time. Reconfigurable computing thus benefits from a) the programmability of software similar to the Von Neumann computer and b) the speed and efficiency of parallel hardware execution. The purpose of the course reconfigurable computing is to instruct students about the possibilities and rapidly growing interest in adaptive hardware and corresponding design techniques by providing them the necessary knowledge for understanding and designing reconfigurable hardware systems and studying applications benefiting from dynamic hardware reconfiguration. After a general introduction about benefits and application ranges of reconfigurable (adaptive) computing in contrast to general-purpose and application-specific computing, the following topics will be covered:</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 reconfiguration. Here, OS-like services are needed that optimize the allocation and scheduling of modules at run-time.</li> </ul>	

		<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 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) 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><b>Further reading material:</b></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><b>Further information:</b></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> 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 Tobias Hahn	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Joachim Falk Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich	
5	<b>Inhalt</b>	<p><b>Content:</b> Reconfigurable (adaptive) computing is a novel yet important research field investigating the capability of hardware to adapt to changing computational requirements such as emerging standards, late design changes, and even to changing processing requirements arising at run-time. Reconfigurable computing thus benefits from a) the programmability of software similar to the Von Neumann computer and b) the speed and efficiency of parallel hardware execution. The purpose of the course reconfigurable computing is to instruct students about the possibilities and rapidly growing interest in adaptive hardware and corresponding design techniques by providing them the necessary knowledge for understanding and designing reconfigurable hardware systems and studying applications benefiting from dynamic hardware reconfiguration. After a general introduction about benefits and application ranges of reconfigurable (adaptive) computing in contrast to general-purpose and application-specific computing, the following topics will be covered:</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> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <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>	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: 135 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p><b>Further reading material:</b></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><b>Further information:</b></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>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M2 Ingenieurwissenschaftliche 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 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>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel Electronic exam in presence with multiple choice questions (90 minutes)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%) The final grade of the module is determined by the exam.  Exercise bonus: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtaining more than 80% of the points across all theoretical exercises awards an exam bonus of a third grade.</li> </ul>
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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92682	<b>Signale und Systeme II</b> Signals and systems 2	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <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 (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96460	<b>Speech and Audio Signal Processing</b> Speech and audio signal processing	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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> <li>• Spracherkennung: Merkmalsextraktion, Dynamic Time Warping, Hidden Markov Models</li> <li>• Grundprinzipien der Sprachsynthese: Text-to-Speech Systeme, modellbasierte und datenbasierte Synthese, PSOLA-Synthese</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <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 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222

		M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (MEL) 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	Annika Briegleb 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> <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> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <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 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 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>	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	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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> <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> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <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 zum Fortgeschrittenen". Vieweg+Teubner, 2010. ISBN: 978-3834812216. Link</li> <li>• Brian W. Kernighan, Dennis M. Ritchie. "The C Programming Language". Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice Hall PTR, 1988. ISBN: 978-8120305960.</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93180	<b>Systemprogrammierung</b> System programming	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Systemprogrammierung 2 (2 SWS) Übung: SP-RÜ R08 (2 SWS) Übung: Systemprogrammierung 1 - Übung (2 SWS) Vorlesung: Systemprogrammierung 1 (2 SWS) Übung: Systemprogrammierung 1 - Übungen (für Wiederholer) (2 SWS) Übung: SP2-Ü T07 (2 SWS)	- - 2,5 ECTS 2,5 ECTS - -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Kapitza Dr.-Ing. Jürgen Kleinöder Luis Gerhorst Maximilian Ott Thomas Preisner 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: SP-RÜ R10 (2 SWS) Übung: SP2-Ü T08 (2 SWS)	- - -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Jürgen Kleinöder Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Kapitza Thomas Preisner Luis Gerhorst Maximilian Ott	

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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 498723	<b>Transformationen in der Signalverarbeitung</b> Transforms in signal processing	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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. 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: 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 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 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 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>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: AI in Medical Robotics (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr.Ing. Christian-Peter Kunz Prof. Dr. Franziska Mathis-Ullrich Dr.Ing. Ramy Zeineldin	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Franziska Mathis-Ullrich 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 Medical Engineering Core Modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische 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>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47678	<b>Algorithmische Bioinformatik</b> Algorithmic Bioinformatics	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Algorithmic Bioinformatics (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende		

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>	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.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 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>	<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 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 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: 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	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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>	Goals <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: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (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 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>		

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

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>	<p><b>Die Studierenden können nach erfolgreichem Abschluss des Kurses</b></p> <p><b>Fachkompetenz</b></p> <p><b>Wissen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>die Entstehung, Messung und Charakteristika der wichtigsten Biosignale des menschlichen Körpers wiedergeben</li> </ul> <p><b>Verstehen</b></p>

- 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

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• explain algorithms for the analysis of important biosignals (e.g. Pan Tompkins for EKG)</li> <li>• explain typical components and their importance in the signal analysis chain</li> <li>• explain the structure and functioning of systems for machine learning and pattern recognition</li> </ul> <p><b>Application</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• determine signal characteristics in the time and frequency domain</li> <li>• apply and implement algorithms for signal analysis in Python</li> <li>• implement filter operations for the reduction of artifacts in Python</li> <li>• estimate the result of filter operations</li> <li>• apply methods to interdisciplinary problems in medicine and medical engineering</li> </ul> <p><b>Analyze</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• derive filter characteristics from electric circuits</li> <li>• compare signal analysis algorithms</li> <li>• solve classification problems in Python</li> <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> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <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 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 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222 Electronic Exam (in presence), 90min.
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>	<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	Jinho Kim Prof. Dr. Florian Knoll	

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 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 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>	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>Z.P. Liang. Constrained Reconstruction Methods in MR Imaging. <a href="http://mri.beckman.illinois.edu/resources/liang_1992_constrained_imaging_review.pdf">http://mri.beckman.illinois.edu/resources/liang_1992_constrained_imaging_review.pdf</a></p> <p>D. Nishimura. Principles of Magnetic Resonance Imaging. <a href="https://www.lulu.com/en/us/shop/dwight-nishimura/principles-of-magnetic-resonance-imaging/paperback/product-1nqdq4j2.html?page=1&amp;pageSize=4">https://www.lulu.com/en/us/shop/dwight-nishimura/principles-of-magnetic-resonance-imaging/paperback/product-1nqdq4j2.html?page=1&amp;pageSize=4</a></p> <p>M. Bernstein. Handbook of MRI Pulse Sequences. <a href="https://www.amazon.com/Handbook-Pulse-Sequences-Matt-Bernstein/dp/0120928612">https://www.amazon.com/Handbook-Pulse-Sequences-Matt-Bernstein/dp/0120928612</a></p>
----	--------------------------	---

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44200	<b>Computational Neurotechnology / Numerische Neurotechnologie</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222 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	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Basiskomponenten eines Rechners</p> <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>	<p>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.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische 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 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>	

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	Luis Rivera Monroy Arpitha Ravi Manuela Meier	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier	
5	<b>Inhalt</b>	<p>English version: The contents of the module comprise basics about medical imaging modalities and acquisition hardware. Furthermore, details on acquisition-dependent preprocessing are covered for image intensifiers, flat-panel detectors, and MR. The fundamentals of 3D reconstruction from parallel-beam to cone-beam reconstruction are also covered. In the last chapter, rigid registration for image fusion is explained.</p> <p>Deutsche Version: Die Inhalte des Moduls umfassen Grundlagen der medizinischen Bildverarbeitung und Aufnahmeprinzipien. Darüber hinaus werden Details der Vorverarbeitung für Bildverstärker, Flachpaneldetektoren und MR erklärt. Die Grundlagen der Rekonstruktion von Parallelstrahl bis hin zur Kegelstrahl-Tomographie werden ebenfalls behandelt. Im letzten Kapitel wird starre Registrierung für Bildfusion erläutert.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>English Version: 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: 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> <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 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV) 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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47632	<b>Gait analysis and simulation+</b>	<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, WiSe 2023)	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. 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>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96310	<b>Image and Video Compression</b> Image and video compression	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup
5	<b>Inhalt</b>	<p>*Multi-Dimensional Sampling* Sampling theorem revisited, 2D sampling, spatiotemporal sampling, motion in 3D sampling</p> <p>*Entropy and Lossless Coding* Entropy and information, variable length codes, Huffman coding, unary coding, Golomb coding, arithmetic coding</p> <p>*Statistical Dependency* Joint entropy and statistical dependency, run-length coding, fax compression standards</p> <p>*Quantization* Rate distortion theory, scalar quantization, Lloyd-Max quantization, entropy coded scalar quantization, embedded quantization, adaptive quantization, vector quantization</p> <p>*Predictive Coding* Lossless predictive coding, optimum 2D linear prediction, JPEG-LS lossless compression standard, differential pulse code modulation (DPCM)</p> <p>*Transform Coding* Principle of transform coding, orthonormal transforms, Karhunen-Loève transform, discrete cosine transform, bit allocation, compression artifacts</p> <p>*Subband Coding* Principle of subband coding, perfect reconstruction property, discrete wavelet transform, bit allocation for subband coding</p> <p>*Visual Perception and Color* Anatomy of the human eye, sensitivity of the human eye, color spaces, color sampling formats</p> <p>*Image Coding Standards* JPEG and JPEG2000</p> <p>*Interframe Coding* Interframe prediction, motion compensated prediction, motion estimation, motion compensated hybrid coding</p> <p>*Video Coding Standards* H.261, H.263, MPEG-1, MPEG-2 / H.262, H.264 / MPEG-4 AVC, H.265 / MPEG-H HEVC</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<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> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <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> <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 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL) 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>	J.-R. Ohm, "Multimedia Communications Technology", Berlin: Springer-Verlag, 2004

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44157	<b>Interfacing the Neuromuscular system: Applications for Human/Machine Interfaces and Neurophysiology</b>	<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. Alessandro Del Vecchio	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Module: Principles of Neural control of movement and neuroengineering How the central nervous system controls muscle forces; Neurons, upper and lower motoneurons, Cortical and brainstem function, Interneurons and Motor Units. Neuroengineering applications for studying the neural control of movement; invasive and non-invasive recordings, electrical stimulation of the nervous system.</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>	<p>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.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>No compulsory prerequisites. Recommended: Basic biology and neurophysiology, Computer programming (Matlab and/or Python), Biosignal processing.</p>	

8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222 M7 Flexible budget Faculty of Engineering and Economy (MER) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur Written examination.
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (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>	
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	Arpitha Ravi Luis Rivera Monroy Manuela Meier	

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. All algorithms are motivated by practical problems. The mathematical tools required to solve the considered image processing tasks will be introduced. The module starts with an overview on preprocessing algorithms such as scatter correction for x-ray images, edge detection, super-resolution and edge-preserving noise reduction. The second chapter describes automatic image analysis using feature descriptors, key point detection, and segmentation using bottom-up algorithms such as the random walker or top-down approaches such as active shape models. Furthermore, the module covers geometric calibration algorithms for single view calibration, epipolar geometry, and factorization. The last part of the module covers non-rigid registration based on variational methods and motion-compensated image reconstruction.</p> <p>Deutsche Version:</p> <p>Das Modul ist auf die jüngsten Entwicklungen in der Verarbeitung von medizinischen Bildern ausgerichtet. Alle Algorithmen werden durch praktische Probleme motiviert. Die mathematischen Werkzeuge, die für die Bildverarbeitungsaufgaben benötigt werden, werden eingeführt. Das Modul beginnt mit einem Überblick über Vorverarbeitungsalgorithmen, wie zum Beispiel Streustrahlkorrektur für Röntgenbilder, Kantenerkennung, Superresolution und kantenerhaltende Rauschunterdrückung. Das zweite Kapitel beschreibt die automatische Bildanalyse mit Merkmalsdeskriptoren, Punkterkennung und Segmentierung mit Bottom-up-Algorithmen wie dem Random-Walker oder Top-Down-Ansätzen wie aktiven Formmodellen. Darüber hinaus deckt die Vorlesung auch geometrische Kalibrierungsalgorithmen zur Einzelansicht-Kalibrierung, Epipolarometrie und Faktorisierung ab. 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: 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: 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 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV) 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



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)	2,5 ECTS
		Vorlesung: Magnetic Resonance Imaging 1 (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende		

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Frederik Bernd Laun Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier
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>	The participants <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 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL) 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>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 568977	<b>Magnetic Resonance Imaging 2 + Übung</b> Magnetic resonance imaging 2 + exercise	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Frederik Bernd Laun Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier
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>	<p>M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222</p> <p>M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222</p> <p>M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222</p>
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>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47615	<b>Numerische und physikalische Grundlagen von Bildgebungsalgorithmen für die CT-basierte Strahlentherapieplanung</b> Numerical & Physical Basics of Imaging Algorithms for CT based RT Planning	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Numerische & physikalische Grundlagen von Bildgebungsalgorithmen für die CT basierte Strahlentherapie Planung (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende		

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). 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 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>	Erklären und Wiedergeben numerischer und physikalischer Grundlagen von Algorithmen and Anwendungen der CT Bildgebungs-Technologien, die für die Strahlentherapie Planung eingesetzt werden Verstehen der Relevanz dieser Techniken in klinischer Praxis der Strahlentherapie Planung Lernen selbstständig mathematische und physikalische Probleme numerisch zu implementieren Verstehen wie ein numerisches Framework zur Simulation und Entwicklung verwendet wird (in MATLAB und mit git als Versionskontrolle)
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>	Thorsten Buzug, Computed Tomography From Photon Statistics to Modern Cone-Beam CT, Springer 2008  Rene Werner, StrahlenTherapie atmungsbewegter Tumore, Springer 2013  Bjorn Heismann, Bernhard Schmidt, Thomas Flohr, Spectral Computed Tomography, SPIE Press 2012  Ping Xia, Andrew Godley, Chirag Shah, Gregory Videtic, John Suh, Strategies for Radiation Therapy Treatment Planning, Lehmanns 2018  Willi Kalender, Computertomographie, Publicis 2011

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 to strategies and requirements in clinical practice and the industrial</p>

		development process. Additionally, complex methods of medical image analysis and visualization will be explained.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p><b>*Visual Computing in Medicine I*</b></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-, Tensor- und Tensor- und Tensor- und Tensor-</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><b>*Visual Computing in Medicine II*</b></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> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <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 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische 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>	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> </ul>

- H. Handels: Medizinische Bildverarbeitung, Bildanalyse, Mustererkennung und Visualisierung für die computergestützte ärztliche Diagnostik und Therapie, Vieweg und Teubner Verlag, 2009
- P.M. Schlag, S. Eulenstein, Th. Lange: Computerassistierte Chirurgie, Elsevier Verlag, 2010
- E. Neri, D. Caramella, C. Bartolozzi: Image Processing in Radiology, Springer Verlag, 2008

# 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) Übung: Übung zu Bild-, Video- und mehrdimensionale Signalverarbeitung ( SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup Andy Regensky	

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> <p>*Bildverarbeitung im Transformationsbereich*</p> <p>Unitäre Transformation, Karhunen-Loeve Transformation, separable Transformationen, Haar und Hadamard Transformation, DFT, DCT</p> <p>*Content:*</p> <p>*Point operations*</p> <p>Histogram equalization, gamma correction</p> <p>*Binary operations*</p> <p>Morphological filters, erosion, dilation, opening, closing</p> <p>*Color spaces*</p> <p>Trichromacy, red-green-blue color spaces, color representation using hue, saturation and value of intensity</p> <p>*Multidimensional signals and systems*</p>	

		<p>Theory of multidimensional signals and systems, impulse response, linear image filtering, power spectrum, Wiener filtering</p> <p>*Interpolation of image signals*</p> <p>Bi-linear interpolation, bi-cubic interpolation, spline interpolation</p> <p>*Image feature detection*</p> <p>Image features, edge detection, Hough transform, Harris corner detector, texture features, co-occurrence matrix</p> <p>*Scale space representation*</p> <p>Laplacian of Gaussian, difference of Gaussian, scale invariant feature transform, speeded-up robust feature transform</p> <p>*Image matching*</p> <p>Projective transforms, block matching, optical flow, feature-based matching using SIFT and SURF, random sample consensus algorithm</p> <p>*Image segmentation*</p> <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> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <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> <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: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (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>	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> 44445	<b>Cognitive Neuroscience for AI Developers</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Cognitive Neuroscience for AI Developers (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Andreas Kist Dr. rer. nat. Patrick Krauß	

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: 1

9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M5 Medical Engineering specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (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>	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>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Computational Medicine I (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Marion Semmler PD Dr.Ing. Stefan Kniesburges 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 Stimmstehungsprozesses dargestellt, der strömungs- und strukturmechanische sowie akustische Aspekte umfasst. Die große Herausforderung in der Stimmforschung ist dabei, dass der Stimmstehungsprozess 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: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222</p> <p>M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222</p>

		M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (MEL) 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
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch Deutsch oder Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

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>	Convex optimization problems are a special class of mathematical problems which arise in a variety of practical applications. In this course we focus on the theory of convex optimization, corresponding algorithms, and applications in communications and signal processing (e.g. statistical estimation, allocation of resources in communications networks, and filter design). Special attention is paid to recognizing and formulating convex optimization problems and their efficient solution. The course is based on the textbook "Convex Optimization" by Boyd and Vandenberghe and includes a tutorial in which many examples and exercises are discussed.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Students <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: 1	
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	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p><b>EBT:</b></p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• identifizieren die wichtigsten Themen des Bereichs eBusiness, von den Anwendungen bis zu den Implementierungen</li> <li>• verstehen Zusammenhänge der B2B-Integration und der Realisierung von eBusiness-Anwendungen</li> <li>• wiederholen Grundlagen des Webs</li> </ul>	

- 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

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• charakterisieren die in der Vorlesung erläuterten Formen der organisatorischen Veränderung</li> <li>• erklären das SEKI Modell nach Nonaka und Takeuchi</li> <li>• nennen Beispiele für die in der Vorlesung behandelten Formen der Wissensrepräsentation in IT-Systemen</li> <li>• nennen typische Erfolgs- und Risikofaktoren für große IT-Projekte</li> <li>• erklären die Kraftfeldtheorie nach Kurt Lewin</li> <li>• unterscheiden Typen von Software gemäß der Klassifikation nach Lehman und Belady</li> <li>• unterscheiden die in der Vorlesung vorgestellten Arten der Software Wartung</li> <li>• benennen die Gesetzmäßigkeiten der Software-Evolution nach Lehman und Belady</li> <li>• bewerten die in der Vorlesung vorgestellten Vorgehensmodelle zur Softwareerstellung im Kontext der E-Typ-Software</li> <li>• nennen die in der Vorlesung vorgestellten Aspekte der Evolutionsfähigkeit von Software</li> <li>• erklären, wie die in der Vorlesung vorgestellten Methoden zur Trennung von Belangen beitragen</li> <li>• erklären das Konzept des "Verzögerten Entwurfs"</li> <li>• erklären die Vor- und Nachteile generischer Datenbankschemata am Beispiel von EAV und EAV/CR</li> <li>• charakterisieren die in der Vorlesung vorgestellten Architekturkonzepte</li> <li>• grenzen die in der Vorlesung vorgestellten Integrationsanforderungen gegeneinander ab</li> <li>• erklären wie Standards zur Systemintegration beitragen und wo die Grenzen der Standardisierung liegen</li> <li>• erklären das Prinzip eines Kommunikationsservers und der nachrichtenbasierten Integration</li> <li>• erklären den Begriff "Prozessintegration"</li> <li>• definieren den Begriff "Enterprise Application Integration" (EAI)</li> <li>• unterscheiden die in der Vorlesung vorgestellten Integrationsansätze</li> <li>• erklären die in der Vorlesung vorgestellten Dimensionen der Datenqualität</li> <li>• unterscheiden die grundlegenden Messmethoden für Datenqualität</li> <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: 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 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 Englisch
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	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

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>	<p>Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben:</p> <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> <li>• stellen Fehlerbäume auf.</li> <li>• organisieren Softwareentwicklungsprojekte mittels der Versionsverwaltung git.</li> <li>• vergleichen die verschiedenen Arten der Redundanz als Grundvoraussetzung für Fehlererkennung und -toleranz.</li> <li>• entwickeln fehlertolerante Systeme mittels Replikation.</li> <li>• diskutieren die Fehlerhypothese und die Sicherstellung von Replikdeterminismus.</li> <li>• erläutern die Vor- und Nachteile softwarebasierter Replikation und den Einsatz von Diversität.</li> </ul>	

- 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.
- erläutern die Funktionsweise von Sammel- und Präfixsemantiken.
- erstellen einen Korrektheitsbeweis für einen a-b-Filter mittels des Astrée Werkzeugs zur abstrakten Interpretation von C Programmen.
- bewerten die Verlässlichkeit kommerzieller, sicherheitskritischer Systeme anhand von Fallstudien (Sizewell B, Airbus A320).

		<ul style="list-style-type: none"> <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>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 742026	<b>eHealth</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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. 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> <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: 1
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> 866129	<b>Forensische Informatik</b> Forensic computing	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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: 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>	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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 43395	<b>Globale Beleuchtungsberechnung</b> Global illumination	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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 Verstehen 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. Lernende können Importance Sampling für verschiedene Teilaspekte der globalen Beleuchtungsrechnung illustrieren und vergleichen und den Zusammenhang mit Multiple Importance Sampling erklären. Anwenden Lernende können verschiedene Samplingverfahren erklären für verschiedene hochdimensionale Integrationsprobleme der globalen Beleuchtungsrechnung anwenden. Analysieren 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: 1	
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 Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Pharr et al.: Physically Based Rendering

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	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	PD Dr.habil. 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> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <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: 1
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 Englisch
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> 43391	<b>Interaktive Computergraphik</b> Interactive computer graphics	<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. Marc Stamminger	
5	<b>Inhalt</b>	<p>In dem Modul werden GPUs und dafür maßgeschneiderte Algorithmen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Architektur von GPUs und Echtzeit-Rendering-Pipeline</li> <li>• Deferred Shading und Anti-Aliasing-Verfahren</li> <li>• Simulation von Umgebungsbeleuchtung</li> <li>• Verfahren zur Generierung von Schatten</li> <li>• Level-of-Detail-Verfahren zur Darstellung komplexer Szenen</li> <li>• Animation von Objekten</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz Verstehen Lernende können verschiedene in der Vorlesung behandelte Verfahren der interaktiven Computergraphik mit eigenen Worten erklären.</p> <p>Anwenden Lernende können Zusammenhänge zwischen den in der Vorlesung behandelten Verfahren der interaktiven Computergraphik erkennen, und Ideen auf neue Anwendungen übertragen.</p> <p>Analysieren Lernende können Unterschiede und Ähnlichkeiten der in der Vorlesung behandelten Verfahren erkennen und daraus neue Lösungen entwickeln.</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>	Masterprüfung Master of Science Medizintechnik 2013 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 Englisch	

- Möller, Haines: "Real-Time Rendering"

1	<b>Modulbezeichnung</b> 43961	<b>Knowledge Discovery in Databases mit Übung</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Richard Lenz	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Theoretical knowledge on:</p> <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> <p>Practical exercises on:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to Pandas &amp; scikit-learn</li> <li>• Data analysis &amp; data preprocessing</li> <li>• Frequent Pattern</li> <li>• Classification</li> <li>• Clustering</li> <li>• Outlier</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> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <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> <li>• können die verschiedenen Schritte eines KDD Prozesses auch praktisch anwenden.</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> <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> <li>• are able to practically apply the various steps of a KDD process.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur mit MultipleChoice (90 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: 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>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. OReilly Media, 2017, ISBN: 978-1491962299</li> <li>◦ H. Du, Data Mining Techniques and Applications: An Introduction. Cengage Learning EMEA, May 2010, p. 336, ISBN: 978-1844808915</li> <li>◦ 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</li> </ul> </li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47663	<b>Magnetic Resonance Imaging sequence programming [MRIpulseq]</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Magnetic Resonance Imaging sequence programming [MRIpulseq] (0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr.rer.nat. Zhengguo Tan Prof. Dr. Moritz Zaiß	

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. The sequences are created in a format that can be interpreted directly by MR scanners (<a href="https://pulseq.github.io">https://pulseq.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. 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://pulseq.github.io">https://pulseq.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. Auskunft: moritz.zaiss@uk-erlangen.de</p>	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222</p> <p>M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222</p> <p>M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222</p>	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>Variabel</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>	

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 Eigenstudium: 112,5	
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	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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-Keratomiileusis (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> <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: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222 M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (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 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.Fluorezenzangiographie 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	Dr. 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: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222  M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222  M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (MEL) 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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 172338	<b>Security in Embedded Hardware</b> Security in embedded hardware	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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> <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: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 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>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p><b>Empfohlene Bücher zur Begleitung und Vertiefung:</b></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><b>Weitere Informationen:</b></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: SecSysUE02 (2 SWS) Vorlesung: Sichere Systeme (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.Ing. Ralph Palutke Prof. Dr.-Ing. Felix Freiling	

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>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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 gibt die Vorlesung eine detaillierte Einführung in (vornehmlich) statistisch orientierte Methoden der maschinellen Erkennung gesprochener Sprache. Schwerpunktthemen sind Merkmalgewinnung, Vektorquantisierung, akustische Sprachmodellierung mit Hilfe von Markovmodellen, linguistische Sprachmodellierung mit Hilfe stochastischer Grammatiken, prosodische Information sowie Suchalgorithmen zur Beschleunigung des Dekodiervorgangs.</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> <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> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <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: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (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 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>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Rolf Wanka
5	<b>Inhalt</b>	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, ... 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.
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: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 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 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	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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</p>

		wie fehlertolerante Replikation und verteilte Synchronisation im Mittelpunkt.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<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> <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: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (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 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>	

# 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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47677	<b>Data Science Survival Skills</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Data Science Survival Skills (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	René Groh 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 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222 M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (MEL) 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 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>	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> 96090	<b>Digitale elektronische Systeme</b>	<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. Robert Weigel	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analog-Digital-Umsetzer: Qualitätsmerkmale, Messtechnik, Hardwarearchitekturen</li> <li>• Digital-Analog-Umsetzer: Qualitätsmerkmale, Messtechnik, Hardwarearchitekturen</li> <li>• Programmierbare Logikschaltungen (PLD, FPGA): Grundlegende Konzepte, Kategorien, Hardwarearchitekturen</li> <li>• Digitale-Filter: Theorie, Eigenschaften, Entwicklung und Implementierung und IIR und FIR Filtern</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verstehen die Hardwarearchitekturen und Funktionsweisen von Komponenten digitaler Elektronischer Systeme wie Digital-Analog-Umsetzer, Analog-Digital Umsetzer, PLDs und FPGAs und können diese erläutern</li> <li>• Die Studierenden Verstehen die Qualitätsmerkmale von Digitalen Elektronischen Komponenten, können diese auf konkrete Komponenten anwenden und somit die Qualität von digitalen Elektronischen Komponenten anhand der in Datenblättern typischer weise gegebenen Qualitätsmerkmale evaluieren</li> <li>• Die Studierenden können die Einflüsse von nichtidealen Bauelementen auf digitale elektronische Systeme analysieren</li> <li>• Die Studierenden verstehen die Funktion, die Eigenschaften, die Entwicklungsmethodik sowie die Implementierung von digitalen Filtern und könne diese erläutern</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Masterprüfung Master of Science Medizintechnik 2013 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>	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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97360	<b>Digitale Regelung</b> Digital control	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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 Module zu absolvieren, bevor dieses 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>	<p>M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222  M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222</p>	
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>	

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> <li>• verstehen die Beschreibungsmethoden von Multiraten-Systemen und wenden diese zur Beschreibung von Filterbänken an</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <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 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 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>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	*Empfohlene Literatur/ Recommended Reading:*  *1.* J.G. Proakis, D.G. Manolakis: Digital Signal Processing. 4th edition. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 2007.  *2.* A.V. Oppenheim, R.V. Schaffer: Digital Signal Processing. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1975.

\*3.\* K.D. Kammeyer, K. Kroschel: Digitale Signalverarbeitung: Filterung und Spektralanalyse mit MATLAB®-Übungen . 8. Aufl. Teubner, Stuttgart, 2012

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92510	<b>Digitaltechnik</b> Digital technology	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Digit Übung - Parallelgruppe 2 (2 SWS) Vorlesung: Vorlesung Digitaltechnik (2 SWS)	5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Thomas Kurin Sascha Breun 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>	

		Den Aufbau des Universalrechners nach von Neumann zu erläutern und dessen Komponenten zu verstehen. 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.
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>	

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) Vorlesung: Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik (2 SWS, WiSe 2023) Übung: Übungen zu Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik (1 SWS, WiSe 2023)	1,5 ECTS 3,5 ECTS -
3	Lehrende	Alexander Pfannschmidt Sara Hosseini Veronika Solovieva Philipp Sisterhenn 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: V1 Gleichstromantrieb V2 Asynchronmaschine am Pulsumrichter 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>	<p>*Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik*</p> <p>Kenntnisse und Verständnis der grundsätzlichen Funktionsweise elektrischer Maschinen, deren stationären Betrieb und die konventionelle (verlustbehaftete) Drehzahlstellung</p> <p>*Die Studierenden*</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können einen Überblick über die Elektrische Antriebstechnik geben</li> <li>• kennen die Einsatzgebiete und Verbreitung elektrischer Antriebe sowie deren wirtschaftliche und gesellschaftliche Bedeutung</li> <li>• kennen die am weitesten verbreiteten Typen elektrischer Maschinen</li> <li>• kennen und verstehen bei Gleichstrommaschinen</li> </ul> <p>- Aufbau und Funktionsweise - fachspezifische Begriffe - Feldverläufe in der Maschine - Kommutierung</p>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- beschreibende Spannungs- und Drehmomentgleichungen</li> <li>- stationären Betrieb und Betriebskennlinien</li> <li>- Drehmoment- Drehzahlkennlinie</li> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 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</li> <li>- elektronische Schaltungen und Ansteuermethoden</li> <li>- Gleichrichter - Tiefsetzsteller - Methode der Pulsweitenmodulation kennen und verstehen bei Drehstromantrieben - Aufbau und Funktionsweise - Methoden zur Drehzahlstellung und Spannungsstellung</li> <li>- elektronische Schaltungen und Ansteuermethoden</li> <li>- 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.</li> </ul> </li> </ul>
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 M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur mit MultipleChoice (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur 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>	2 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

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, WiSe 2023)	3,5 ECTS
		Übung: Übungen zu Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik (1 SWS, WiSe 2023)	-
3	Lehrende	Philipp Sisterhenn Alexander Pfannschmidt Sara Hosseini Veronika Solovieva 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>	
		<p>*Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik*</p> <p>Kenntnisse und Verständnis der grundsätzlichen Funktionsweise elektrischer Maschinen, deren stationären Betrieb und die konventionelle (verlustbehaftete) Drehzahlstellung</p> <p>*Die Studierenden*</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• haben einen Überblick über die Elektrische Antriebstechnik</li> <li>• kennen die Einsatzgebiete und Verbreitung elektrischer Antriebe sowie deren wirtschaftliche und gesellschaftliche Bedeutung</li> <li>• kennen die am weitesten verbreiteten Typen elektrischer Maschinen</li> <li>• kennen und verstehen bei Gleichstrommaschinen</li> </ul> <p>- Aufbau und Funktionsweise</p> <p>- fachspezifische Begriffe</p> <p>- Feldverläufe in der Maschine</p> <p>- Kommutierung</p> <p>- beschreibende Spannungs- und Drehmomentgleichungen</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>		

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- stationären Betrieb und Betriebskennlinien</li> <li>- Drehmoment- Drehzahlkennlinie</li> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 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</li> <li>- elektronische Schaltungen und Ansteuermethoden</li> <li>- Gleichrichter - Tiefsetzsteller - Methode der Pulsweitenmodulation kennen und verstehen bei Drehstromantrieben - Aufbau und Funktionsweise - Methoden zur Drehzahlstellung und Spannungsstellung</li> <li>- elektronische Schaltungen und Ansteuermethoden</li> <li>- 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.</li> </ul> </li> </ul>
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 M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Praktikumsleistung Klausur mit MultipleChoice (90 Minuten) Das Praktikum besteht aus: <ul style="list-style-type: none"> <li>• häusliche Vorbereitung</li> <li>• Dokumentation</li> <li>• 3 Versuche</li> </ul>
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Praktikumsleistung (0%) Klausur 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>	2 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

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	Prof. Dr.-Ing. Robert Schober Prof. Dr. Jörn Thielecke	

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. 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-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 Pulscodemodulation.</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.</p> <p>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>	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- & Hochfrequenzanwendungen, Speicher- und leistungselektronischen Anwendungen beleuchtet, runden die Vorlesung ab.	
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> 92347	<b>Mechatronic components and systems (MCS)</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensors for measuring mechanical quantities</li> <li>• Control and information processing</li> </ul> </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>	<p>M2 Engineering Core Modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222</p> <p>M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222</p> <p>M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (MEL) 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>	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 - Termin 3 (2 SWS) Vorlesung: Nachrichtentechnische Systeme - Übertragungstechnik (3 SWS) Vorlesung mit Übung: Nachrichtentechnische Systeme - Systemaspekte (2 SWS)	- - - 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Robert Schober Prof. Dr. Jörn Thielecke	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Robert Schober Dr.-Ing. Clemens Stierstorfer Prof. Dr. Jörn Thielecke
5	<b>Inhalt</b>	<p><b>Übertragungstechnik</b></p> <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>• Pulsmodulation</li> <li>• Grundbegriffe der Informationstheorie</li> <li>• Digitale Übertragung</li> </ul> <p><b>Systemaspekte</b></p> <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 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.</li> </ul>

- 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 Kompanierung bei der Quantisierung sowie die Anforderungen an die differentielle Pulscodemodulation.
- 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 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.

		<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%)</p> <h3 style="color: blue;">Hausaufgaben/Bonuspunkte</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es können durch das Lösen von Hausaufgaben während des Semesters 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>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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> 92531	<b>Quantenelektronik I - Quantentechnologien 1</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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>	Fachkompetenz Verstehen grundlegende physikalische Zusammenhänge der Quantenmechanik verstehen. Anwenden quantenmechanische Effekte mit Hilfe von Berechnungen beschreiben. Analysieren Themen der Quantentechnologien selbstständig analysieren.
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 (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222 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 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> 92555	<b>Quanteninformationstechnologie</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Quanteninformationstechnologie (2 SWS) Vorlesung: Quanteninformationstechnologie (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Roland Nagy Andre Pointner	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Roland Nagy
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionsweise von Quantenschaltungsdiagramme</li> <li>• Fehlerkorrektur von Quantensystemen</li> <li>• Quantenalgorithmen im Bereich Quantencomputing und Quantensensorik</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wissen was ein Quantenschaltungsdiagramm ist</li> <li>• kennen die Funktionsweise von Quantengatter</li> <li>• wissen was Dekohärenz bei Quantensystemen bedeutet</li> <li>• kennen Algorithmen zur Fehlerkorrektur von Quantensystemen</li> <li>• kennen Quantenalgorithmen im Bereich Quantencomputing und Sensorik</li> <li>• wissen wie Quantenalgorithmen angewendet werden</li> </ul> <p>Können mit der gewonnen Kompetenz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen wie Quanteninformationen verarbeitet werden</li> <li>• verstehen wie Quantencomputer Informationen verarbeiten</li> <li>• verstehen wie Quantensensoren Informationen erhalten</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Quantenmechanik (oder Quantentechnologie 1)
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222 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>	
16	<b>Literaturhinweise</b>	Begleitendes Vorlesungsskript

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92553	<b>Quantenmechanik</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Roland Nagy	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fahrzeugspezifische Anforderungen an Elektronik im Bordnetz von Kraftfahrzeugen</li> <li>• Leistungselektronik in Fahrzeugen mit konventionellem Bordnetz (12/24 V)</li> <li>• Hybride und rein elektrische Antriebsstrangtopologien (HEV, PHEV, FCEV, BEV)</li> <li>• Leistungselektronik in Hybrid- und Elektrofahrzeugen (Ladegeräte, Umrichter, Gleichspannungswandler): Schaltungskonzepte, Schaltungsauslegung, Simulation</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Grundstruktur und die Eigenschaften des 12/24V Bordnetzes von Kraftfahrzeugen</li> <li>• kennen die fahrzeugspezifischen Anforderungen an Leistungselektronik im Bordnetz von Kraftfahrzeugen</li> <li>• kennen den Aufbau der in den verschiedenen Fahrzeugsteuergeräten eingesetzten Leistungselektronik und die Eigenschaften der darin verwendeten Leistungsschalter (Smart-Power)</li> <li>• kennen die verschiedenen Grundstrukturen (Topologien) der Antriebsstränge von Hybrid- und Elektrofahrzeugen</li> <li>• analysieren verschiedene Antriebsstrangtopologien bezüglich ihrer Anwendungseigenschaften</li> <li>• kennen die Grundsaltungen aller für die Elektrifizierung des Antriebsstrangs erforderlichen leistungselektronischen Wandler (Antriebsumrichter, Gleichspannungswandler)</li> <li>• kennen die wichtigsten technischen Ansätze zur Reduzierung von Bauvolumen, Verlustleistung und Kosten</li> <li>• kennen die Grundsaltungen, die Systemtechnik und die Sicherheitsanforderungen bei kabelgebundenen und kontaktlosen Ladeverfahren</li> <li>• kennen eine Methodik zur Antriebsstrangsimulation auf Fahrzeugebene</li> </ul> <p>Fachkompetenz Anwenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anforderungen an Leistungselektronik für Kraftfahrzeuge beschreiben</li> <li>• Die wichtigsten Bauelemente und Grundsaltungen auslegen</li> </ul> <p>Analysieren</p>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• diskutieren die mit elektrifizierten Antriebssträngen (Hybrid- bzw. Elektrofahrzeuge) verbundenen Zielsetzungen und Basiskonzepte sowie die Grundlagen der dazu erforderlichen leistungselektronischen Systeme</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Grundlagen der Elektrotechnik I-III, Leistungselektronik
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222 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>	
16	<b>Literaturhinweise</b>	Begleitendes Vorlesungsskript

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92650	<b>Regelungstechnik A (Grundlagen)</b> Control engineering A (Foundations)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Regelungstechnik A (Grundlagen) (4 SWS)	5 ECTS
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 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>• 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	Vorlesung mit Übung: Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden) (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende		

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 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>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>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Robot mechanisms and user interfaces (2 SWS) Übung: UE RMI (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>	<p>M2 Engineering Core Modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222</p> <p>M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222</p> <p>M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (MEL) 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 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	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92682	<b>Signale und Systeme II</b> Signals and systems 2	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <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 (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96460	<b>Speech and Audio Signal Processing</b> Speech and audio signal processing	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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> <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> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <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 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222

		M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (MEL) 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>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: AI in Medical Robotics (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr.Ing. Christian-Peter Kunz Prof. Dr. Franziska Mathis-Ullrich Dr.Ing. Ramy Zeineldin	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Franziska Mathis-Ullrich 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 Medical Engineering Core Modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische 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>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

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

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>	<p><b>Die Studierenden können nach erfolgreichem Abschluss des Kurses</b></p> <p><b>Fachkompetenz</b></p> <p><b>Wissen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>die Entstehung, Messung und Charakteristika der wichtigsten Biosignale des menschlichen Körpers wiedergeben</li> </ul> <p><b>Verstehen</b></p>

- 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

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• explain algorithms for the analysis of important biosignals (e.g. Pan Tompkins for EKG)</li> <li>• explain typical components and their importance in the signal analysis chain</li> <li>• explain the structure and functioning of systems for machine learning and pattern recognition</li> </ul> <p><b>Application</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• determine signal characteristics in the time and frequency domain</li> <li>• apply and implement algorithms for signal analysis in Python</li> <li>• implement filter operations for the reduction of artifacts in Python</li> <li>• estimate the result of filter operations</li> <li>• apply methods to interdisciplinary problems in medicine and medical engineering</li> </ul> <p><b>Analyze</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• derive filter characteristics from electric circuits</li> <li>• compare signal analysis algorithms</li> <li>• solve classification problems in Python</li> <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> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <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 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 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222 Electronic Exam (in presence), 90min.
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>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222 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-/Drehmomenterzeugung, elektromechanische Energiewandlung          Aufbau, Wirkungsweise und Betriebsverhalten von: Universalmotor, Glockenankermotor, PM-Synchronmaschine, Spaltpolmotor, Kondensatormotor, geschaltete Reluktanzmaschine, Schrittmotoren, Klauenpolmotor.          Basics: Definitions, force and torque production, electromagnetic energy conversion          Construction, mode of operation and operating behaviour of: universal motor, bell-type armature motor, PM-synchronous machine, split pole motor, condenser motor, switched reluctance machine, stepping motors, claw pole motor</p> <p><b>*Ziel*</b>          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><b>*Aim:*</b>          After the participation the students are able to analyze the different machine concepts of small electric machines concerning their basic functionality and operating behaviour, and to evaluate their applicability to industrial problems.</p>
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> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <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> <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> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <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>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92523	<b>Halbleitertechnik III - Leistungshalbleiterbauelemente (HL III)</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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 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>• Fundamentals of Power Semiconductor Devices, B. J. Baliga, Springer, New York, 2008 ISBN: 978-0-387-47313-0</li> <li>• Halbleiter-Leistungsbaulemente, 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>	<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 (a-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
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92513	<b>Halbleitertechnologie I - Technologie integrierter Schaltungen (HLT I)</b>	<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>	In diesem Modul werden die wesentlichen Technologieschritte zur Herstellung elektronischer Halbleiterbauelemente und integrierter Schaltungen behandelt. Ausgehend von der Frage nach den relevanten Parametern chemischer und physikalischer Herstellungsprozesse werden zu Beginn die Verfahren und Methoden zur Herstellung von einkristallinen Siliziumkristallen besprochen. Anschließend werden die physikalischen und chemischen Grundlagen der Oxidation, der Dotierverfahren Diffusion und Ionenimplantation sowie der physikalischen und chemischen Gasphasenabscheidung von dünnen Schichten behandelt. Eine Einführung in die relevanten Lithographie- und Strukturierungsverfahren beendet den Kanon der wesentlichen Technologieschritte zur Herstellung elektronischer Halbleiterbauelemente. Ergänzend dazu werden Sequenzen von Prozessabläufen, wie sie heute bei der Herstellung von hochintegrierten Schaltungen wie Mikroprozessoren oder Speichern verwendet werden, besprochen.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden  Anwenden <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> Evaluieren (Beurteilen) <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
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>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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 Tunneldioden- 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) Tutorium: Hochfrequenztechnik Tutorium (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>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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 Biomechanical models</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Elastic actuators</li> <li>◦ Control methods Cognitive and physical human-robot interaction Empirical research methods</li> <li>◦ Research process and experiment design</li> <li>◦ Research methods, interferences, and ethics System integration and fault treatment The exercise will combine simulation sessions and a flip-the-classroom seminar where student groups present recent research papers and discuss them with all attendees.</li> </ul> </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>• 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 Medical Engineering Core Modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222 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>	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	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup
5	<b>Inhalt</b>	<p>*Multi-Dimensional Sampling* Sampling theorem revisited, 2D sampling, spatiotemporal sampling, motion in 3D sampling</p> <p>*Entropy and Lossless Coding* Entropy and information, variable length codes, Huffman coding, unary coding, Golomb coding, arithmetic coding</p> <p>*Statistical Dependency* Joint entropy and statistical dependency, run-length coding, fax compression standards</p> <p>*Quantization* Rate distortion theory, scalar quantization, Lloyd-Max quantization, entropy coded scalar quantization, embedded quantization, adaptive quantization, vector quantization</p> <p>*Predictive Coding* Lossless predictive coding, optimum 2D linear prediction, JPEG-LS lossless compression standard, differential pulse code modulation (DPCM)</p> <p>*Transform Coding* Principle of transform coding, orthonormal transforms, Karhunen-Loève transform, discrete cosine transform, bit allocation, compression artifacts</p> <p>*Subband Coding* Principle of subband coding, perfect reconstruction property, discrete wavelet transform, bit allocation for subband coding</p> <p>*Visual Perception and Color* Anatomy of the human eye, sensitivity of the human eye, color spaces, color sampling formats</p> <p>*Image Coding Standards* JPEG and JPEG2000</p> <p>*Interframe Coding* Interframe prediction, motion compensated prediction, motion estimation, motion compensated hybrid coding</p> <p>*Video Coding Standards* H.261, H.263, MPEG-1, MPEG-2 / H.262, H.264 / MPEG-4 AVC, H.265 / MPEG-H HEVC</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<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> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <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> <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 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL) 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>	J.-R. Ohm, "Multimedia Communications Technology", Berlin: Springer-Verlag, 2004

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96260	<b>Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen</b>	<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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44157	<b>Interfacing the Neuromuscular system: Applications for Human/Machine Interfaces and Neurophysiology</b>	<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. Alessandro Del Vecchio	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Module: Principles of Neural control of movement and neuroengineering How the central nervous system controls muscle forces; Neurons, upper and lower motoneurons, Cortical and brainstem function, Interneurons and Motor Units. Neuroengineering applications for studying the neural control of movement; invasive and non-invasive recordings, electrical stimulation of the nervous system.</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>	<p>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.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>No compulsory prerequisites. Recommended: Basic biology and neurophysiology, Computer programming (Matlab and/or Python), Biosignal processing.</p>	

8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222</p> <p>M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222</p> <p>M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222</p> <p>M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222</p> <p>M7 Flexible budget Faculty of Engineering and Economy (MER) Master of Science Medizintechnik 20222</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur Written examination.
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (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>	
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	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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 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.</p> <p><b>Content:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction</li> <li>2. Signal representation and discrete signals       <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Continuous and discrete signals</li> </ol> </li> </ol>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>b. Signal spectrum</li> <li>c. Downsampling and upsampling</li> <li>3. Structure and signals of a Software Defined Radio <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Block diagram of a Software Defined Radio</li> <li>b. Base band signals and carrier signals</li> <li>c. Receiver topologies</li> <li>d. Signals in a Software Defined Radio</li> </ul> </li> <li>4. Wireless networks</li> <li>5. Transmission path <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Radio link</li> <li>b. Antennas</li> </ul> </li> <li>6. Performance data of a receiver <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Noise</li> <li>b. Nonlinearities</li> <li>c. Dynamic range of a receiver</li> </ul> </li> <li>7. Digital Down Converter <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> </li> <li>8. Demodulation of digital modulated signals <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Introduction</li> <li>b. Demodulation of a GFSK/PAM packet transmission</li> </ul> </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>	<ul 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> </ul> <p>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.</p>

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

		<ul style="list-style-type: none"> <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 Rechnerysteme</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 Rechensysteme (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>	1. Die Studierenden werden in die Lage versetzt die Konzepte und Verfahren vor allem drahtgebundener Kommunikationssysteme anzuwenden.

		<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>	

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 Kurs1 (0 SWS)	- 5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Martin März Nikolai Weitz Madlen Hoffmann 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*: Phasenan-/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> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <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> <p>[8] Kenneth L. Kaiser: Electromagnetic Compatibility Handbook. CRC Press, ISBN 0-8493-2087-9</p> <p>[9] Hofer K.: Moderne Leistungselektronik und Antriebe. VDE-Verlag, ISBN 3-8007-2067-1</p>

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		

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Frederik Bernd Laun Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier
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>	The participants <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 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL) 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>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 568977	<b>Magnetic Resonance Imaging 2 + Übung</b> Magnetic resonance imaging 2 + exercise	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Frederik Bernd Laun Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier
5	<b>Inhalt</b>	In der Vorlesung werden fortgeschrittene Techniken der Magnetresonanztomographie (MRT) erklärt. Vorausgesetzt werden Kenntnisse über Grundlagen des Gebietes, wie sie z.B. in der Vorlesung Magnetic resonance imaging 1" behandelt werden (Blochgleichungen, T1- und T2-Wichtung, Schichtselektion, k-Raum-Kodierung). U.a. folgende Themen werden behandelt: Echoplanare Bildgebung; Bildgebung des Flusses, der Perfusion, der Diffusion, der magnetischen Suszeptibilität; funktionelle MRT; Ultrahochfeld-MRT; CEST-Bildgebung; MRT-Technik; Beschleunigungsverfahren, z.B. parallele Bildgebung; Angiographie; Bewegungskompensation. The lecture covers advanced topics in magnetic resonance imaging (MRI). Knowledge about the basic principles of MRI are required as they are covered in the lecture Magnetic Resonance Imaging 1" (Bloch equations, T1 and T2 weighting, slice selection, k-space encoding). I.a. the following topics will be treated: echo planar imaging; imaging of flow, perfusion, diffusion, magnetic susceptibility; functional MRI; ultrahigh field MRI; chemical exchange saturation transfer imaging; MRI technique; acceleration methods, e.g. parallel imaging; angiography; motion compensation.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	The participants <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 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL) 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>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

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	Jasper Freitag 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	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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 Rategleichungen 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> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <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>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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 Automotivbereich. 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-Abstandsregelung 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>	

# 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: 1	
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>		

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96040	<b>Berechnung und Auslegung Elektrischer Maschinen</b> Analysis and design of electrical machines	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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, 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, 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:          Physikalische Vorgänge in elektrischen Maschinen; Maxwell'sche Gleichungen in integraler und differentieller Form; Mechanismen der Krafterzeugung; einfaches Spulenmodell als elektrische Elementarmaschine; Wicklungsanalyse; Wicklungsentwurf; Nutenspannungstern; Magnetkreisanalyse; magnetisches Netzwerk; magnetische Widerstände und Leitwerte; Streuleitwerte; Finite-Differenzen-Methode; Finite-Elemente-Methode; Thermisches Verhalten;          Entwurf und Auslegung:          Strombelag; Luftspaltflussdichte; Kraftdichte; Entwurfsmodell für elektrische Maschinen; Wachstumsgesetze;          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</li> </ul>	

		<p>Betriebsverhalten geeignete Magnetkreisstrukturen und Wickelschemata auswählen,</p> <ul style="list-style-type: none"> <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>	Vorlesung: Elektrische Maschinen I Übung: Elektrische Maschinen I
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
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	Dr.-Ing. 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 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: 1
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> 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) Übung: Übung zu Bild-, Video- und mehrdimensionale Signalverarbeitung ( SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup Andy Regensky	

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> <p>*Bildverarbeitung im Transformationsbereich*</p> <p>Unitäre Transformation, Karhunen-Loeve Transformation, separable Transformationen, Haar und Hadamard Transformation, DFT, DCT</p> <p>*Content:*</p> <p>*Point operations*</p> <p>Histogram equalization, gamma correction</p> <p>*Binary operations*</p> <p>Morphological filters, erosion, dilation, opening, closing</p> <p>*Color spaces*</p> <p>Trichromacy, red-green-blue color spaces, color representation using hue, saturation and value of intensity</p> <p>*Multidimensional signals and systems*</p>	

		<p>Theory of multidimensional signals and systems, impulse response, linear image filtering, power spectrum, Wiener filtering</p> <p>*Interpolation of image signals*</p> <p>Bi-linear interpolation, bi-cubic interpolation, spline interpolation</p> <p>*Image feature detection*</p> <p>Image features, edge detection, Hough transform, Harris corner detector, texture features, co-occurrence matrix</p> <p>*Scale space representation*</p> <p>Laplacian of Gaussian, difference of Gaussian, scale invariant feature transform, speeded-up robust feature transform</p> <p>*Image matching*</p> <p>Projective transforms, block matching, optical flow, feature-based matching using SIFT and SURF, random sample consensus algorithm</p> <p>*Image segmentation*</p> <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> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <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> <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: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (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>	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: 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 Medical Engineering specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 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: 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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96838	<b>Computational Medicine I</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Computational Medicine I (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Marion Semmler PD Dr.Ing. Stefan Kniesburg 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 Stimmstehungsprozesses dargestellt, der strömungs- und strukturmechanische sowie akustische Aspekte umfasst. Die große Herausforderung in der Stimmforschung ist dabei, dass der Stimmstehungsprozess 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: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222</p> <p>M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222</p>

		M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (MEL) 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
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch Deutsch oder Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

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 Frickel	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Jürgen Frickel
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>

		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.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p><b>Fachkompetenz</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wissen Die Studierenden können Begriffe und Definitionen einer Hardware-Beschreibungssprache (hier VHDL) darlegen.</li> <li>• Verstehen Die Studierenden verstehen den Zusammenhang bzw. die Transformation zwischen einer Hardware-Struktur und deren Abbildung in einer Hardware-Beschreibungssprache in beiden Richtungen.</li> <li>• Anwenden Die Studierenden setzen die erlernte Hardware-Beschreibungssprache VHDL in ihrem vollen Umfang zur Spezifikation und Implementierung eines komplexen, digitalen Systems ein.</li> <li>• Analysieren Die Studierenden klassifizieren ein gewünschtes Systemverhalten, strukturieren dieses in Teilmodule, und realisieren die Teilmodule bzw. das System in der Hardware-Beschreibungssprache.</li> <li>• Evaluieren (Beurteilen) 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. Die Studierenden bewerten nach Fertigstellung des Systementwurfs nach verschiedenen Kriterien (Größe, Geschwindigkeit=längster Pfad, Performance, Ästhetik, Code-Qualität) ihre und die anderen Entwürfe.</li> <li>• Erschaffen Wegen der sehr knappen Auslegung der gegebenen Spezifikation der Systembeschreibung konzipieren die Studierenden ganz eigene, individuelle Lösungen für die Funktionsmodule und das Gesamtsystem.</li> </ul> <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. 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. 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: 1
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>	Frickel J.; Skript der LV "Hardware-Beschreibungssprache VHDL"  Xilinx; Handbuch Xilinx Vivado  Lehmann G.; Wunder B.; Selz M.: Schaltungsdesign mit VHDL. Poing Franzis 1994  Bleck Andreas: Praktikum des modernen VLSI-Entwurfs. Stuttgart Teubner 1996

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96101	<b>Integrierte Navigationssysteme</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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; Positionsrechnung (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>	<p>1. Die Studierenden werden in die Lage versetzt, typische Navigationsverfahren hinsichtlich ihrer Funktionsweise und Einsetzbarkeit zu analysieren, zu bewerten und weiterzuentwickeln.</p> <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- & Systemtheorie, Wahrscheinlichkeitstheorie.	

8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
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	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

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: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222</p> <p>M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (MEL) 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>	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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47663	<b>Magnetic Resonance Imaging sequence programming [MRIpulseq]</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Magnetic Resonance Imaging sequence programming [MRIpulseq] (0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr.rer.nat. Zhengguo Tan Prof. Dr. Moritz Zaiß	

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. The sequences are created in a format that can be interpreted directly by MR scanners (<a href="https://pulseq.github.io">https://pulseq.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. 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://pulseq.github.io">https://pulseq.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. Auskunft: moritz.zaiss@uk-erlangen.de</p>	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222</p> <p>M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222</p> <p>M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222</p>	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>Variabel</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>	

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	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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 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: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222</p> <p>M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (MEL) 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 Damaris Hecht	

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 und sie die physikalischen Möglichkeiten und Grenzen einschätzen, diskutieren und überprüfen.</li> <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: 1
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	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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-Keratomiileusis (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> <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: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222 M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (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 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.Fluorezenzangiographie 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	Dr. 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: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222  M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222  M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (MEL) 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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96841	<b>Multiphysics Systems and Components</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222	

		M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (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 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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96316	<b>Radar, RFID and Wireless Sensor Systems (RWS)</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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 sensors, 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: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich (90 Minuten)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich (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. Klausing, 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> 47560	<b>Werkstoffe der Elektronik in der Medizin</b> Materials for Electronics in Medicine	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	PD Dr.Ing. Miroslaw Batentschuk
5	<b>Inhalt</b>	<p>Meilensteine in der Medizin.  Funktionsweise von diversen Systemen zur Diagnostik und daraus folgende Anforderungen an Werkstoffe für Detektoren.  Herstellung und Optimierung von Werkstoffen für Detektoren in bildgebenden Systemen (Röntgen- und Ultraschall-Diagnostik).  Wechselwirkung ionisierender Strahlung mit Halbleitern und Isolatoren (praxisorientierte Aspekte).  Laser in der Medizin: Funktionsweise und Materialien.  Elektroden und Beschichtung von Herzklappen.  Bestrahlung mit Schwerionen in der Krebsmedizin, Materialien und Methoden.  Leuchten im medizinischen Arbeitsbereich: Anforderungen, Materialien, neueste Entwicklungen.  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: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222 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>	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>	

# M2

## Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP)

1	<b>Modulbezeichnung</b> 67181	<b>Biophysik und Biomechanik</b> Biophysics and biomechanics	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Ben Fabry
5	<b>Inhalt</b>	Vermittlung von Kenntnissen der Biophysik mit dem Schwerpunkt molekulare Grundlagen der Biomechanik <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>	Die Studierenden <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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44450	<b>Computational Dynamics</b> Computational dynamics	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Computational Dynamics (2 SWS) Übung: Computational Dynamics - Tutorial (2 SWS)	- -
3	Lehrende		

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr.-Ing. Gunnar Possart	
5	<b>Inhalt</b>	<p><b>Inhalt:</b></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> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <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>	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) <b>Computational Dynamics (Prüfungsnummer: 44501)</b> <b>Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90, benotet</b> <b>Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100.0 %</b>
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>	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
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>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Data Science Survival Skills (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	René Groh 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 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222 M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (MEL) 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 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>	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> 97360	<b>Digitale Regelung</b> Digital control	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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 Module zu absolvieren, bevor dieses 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>	<p>M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222  M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222</p>	
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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 94500	<b>Dynamik starrer Körper</b> Dynamics of rigid bodies	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Tutorium: DSK (Tut) (2 SWS) Vorlesung: Dynamik starrer Körper (3 SWS) Übung: Übung zur Dynamik starrer Körper (2 SWS)	- 7,5 ECTS -
3	Lehrende	David Holz Eduard Sebastian Scheiterer Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker Dr.-Ing. Giuseppe Capobianco Xiyu Chen	

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 mit Übung: 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: Teilgebiete der industriellen Messtechnik, Grundaufgaben der Fertigungsmesstechnik, Messbedingungen und Zeitpunkte, Methoden und Teilaufgaben der Fertigungsmesstechnik, Ziele der Fertigungsmesstechnik; Begriffsdefinitionen: Messen, Überwachen, Prüfen, Überwachen, Lehren, Geschichte der Fertigungsmesstechnik, Ausrüstung in der Fertigungsmesstechnik, Grundeinteilung der Mess- und Prüfmittel, klassische Fertigungsmesstechnik, Koordinatenmesstechnik; Begriffe der Messtechnik (Wiederholung aus Grundlagenvorlesung): Messgröße, Größenwert, Messergebnis, Messwert, Messprinzip, Messmethode, Messverfahren, Empfindlichkeit, Messbereich, Auflösung (Orts- bzw. Skalenauflösung vs. Strukturauflösung, Amplituden-Wellenlängen-Diagramm), wahrer Wert, vereinbarter Wert, systematische und zufällige Messabweichung, Kalibrierung, Verifizierung, Eichung, Validierung, Messpräzision, Messgenauigkeit, Messrichtigkeit, Messunsicherheit</li> <li>• Längenmesstechnik (Handmessmittel und Normale): Aufgaben und Einsatz der Längenmesstechnik, Messschieber (Aufbau, Ablesung), Nonius, Parallaxenabweichung, Abweichung 1.- Ordnung, Abbe'sches Komparatorprinzip, Messvarianten mit Messschiebern, Bauformen von Messschiebern, Messschrauben (Aufbau, Ablesung), Abweichung 2.- Ordnung, Bauformen von Messschrauben, Messuhr, Feinzeiger, Fühlhebelmessgerät, induktive Messtaster (Aufbau, Kennlinie), Ursachen von Messabweichungen: Messkreis, Temperatureinflüsse, Ausdehnungskompensation, Flächenpressung und Abplattung, Deformation von Messplatten und langen Teilen, Kippungs- und Führungsabweichungen, Formabweichungen und -änderungen (Gleichdick bzw. Reuleaux-Polygone), Ellipse und Dreibogengleichdick, Dreipunktmessung, Zentrierfehler und Zentrierhilfen; Werkstoffe für Messkreise: Aluminium, Stahl, Invar 36, Super Invar 32-5, Naturstein, Polymerbeton, Keramiken, Gesintertes Siliziumcarbid, NEXCERA N113G, Titanium-Silikatglas ULE, Zerodur, mechanische Spannungen und Kriechen; Maßverkörperungen: Parallelendmaße, Fühlerlehren, Grenzrachenlehren</li> </ul>	

- Längenmesstechnik (Maßstäbe und Encoder):  
Maßstäbe mit visueller Ablesung: Maßstäbe mit Skalen, Auflösungsvermögen des Auges, Spiralokular, Abweichung 1.- und 2.-Ordnung (Messmikroskop), Abbe Komparator, Eppensteinprinzip; optische inkrementelle Encoder: Längenmessungen mit inkrementellen Encodern, Teilungsbreite vs. Detektorgröße, Moiré-Effekt, Prinzip eines optischen inkrementellen Encoders, Ermittlung Bewegungsrichtung Inkremental-Encoder, Quadratursignale und richtungsabhängige Zählung (Abtastplatte), Netzwerkinterpolatoren (Auflösungserhöhung), Demodulation für Encodersignale, Demodulationsabweichungen (Quantisierungs-, Amplituden-, Offset- und Phasenabweichungen), Heydemannkorrektur, Differenzsignale, Abtastung (abbildendes Prinzip, Durchlicht und reflektiertes Licht), kodierte Referenzmarken, Einfeldlesekopf, Abtastung (interferentielles Prinzip, reflektiertes Licht), Drei-Achsen-Verschiebungssensoren; optische absolute Encoder: absolut codierte Maßstäbe, V- und U-Anordnung und Gray Code, Pseudo Random Code; magnetische, induktive und kapazitive Linearencoder: magnetische Linearencoder, induktive Linearencoder, kapazitive Linearencoder; Längenmessgeräte: Universallängenmessgerät, Höhenmessgerät
- Längenmesstechnik (Interferometer): Interferenz und Interferometer: Interferometrie, Michelson Versuch, Interferenz, Wellengleichung, transversale elektromagnetische Welle (TEM), Polarisierung des Lichtes, Überlagerung von Wellen (konstruktive und destruktive Interferenz), Voraussetzung für die interferometrische Längenmessung, Interferenz von Lichtwellen, Homodynprinzip, Heterodynprinzip, Interferenz am Michelson-Interferometer, Interferenz am Homodyninterferometer, Abstand der Interferenzlinien, Einteilung von Interferometern; Demodulation von Interferometersignalen: Demodulation am Homodyninterferometer, Demodulation am Heterodyninterferometer, Vergleich der Homodyn- und Heterodyninterferometer, Luftbrechzahl, parametrische und interferometrische Erfassung, Totstreckenkorrektur, praktische Realisierung der Demodulation am Homodyninterferometer, Quantisierungsabweichungen, Demodulationsabweichungen durch Quadratursignalrauschen, Längenabweichungen durch Offset-, Amplituden- und Phasenabweichungen, Kompensation der statischen Abweichungen, verbleibende dynamische Abweichungen; Kohärenz: räumliche und zeitliche Kohärenz, Kohärenzlänge von Einfrequenz- und Zweifrequenzlasern sowie Weißlicht; He-Ne-Laser und Rückführbarkeit: spontane und stimulierte Emission, Laser (Aufbau, Resonator und Entstehung der Lasermoden),

Resonatoranordnungen, Gauß-Strahlen, Transformation von Gauß-Strahlen (dünne Linsen), He-Ne-Laser (Energiezustände, Aufbau, Prinzip, Verstärkungskurve und Lasermoden, Frequenzstabilität), Methoden zur Stabilisierung von He-Ne-Lasern (Lamb-dip, externe Absorptionszelle, Intensitätsgleichheit bei Zeeman-Aufspaltung, Intensitätsgleichheit orthogonal linear polarisierter Moden), Messung der Beatfrequenz, optischer Frequenzkamm, Rückführbarkeit der Längenmessung (kurze Strecken), Realisierung der Meterdefinition, Rückführbarkeit der Längenmessung (große Strecken); Absolutinterferometrie: Mehrwellenlängeninterferometer; Interferometeraufbauten: Oberflächenspiegel, Prismen, Retroreflektoren, Strahlteiler, planparallele Platte, Drehkeilpaar, Linearpolarisatoren - strahlteilende Polarisatoren,  $\lambda/2$ - und  $\lambda/4$ -Platten, Faraday-Isolator, Baukastensysteme, Aufbauvarianten, Messabweichungen und Messkreise, Kompaktinterferometer (z. B. Homodyninterferometer), Kombination von Kippinvarianz und lateraler Verschiebung, Justage von Interferometern; Anwendung von Interferometern: Präzisions-Längenkomparator, Kalibrierinterferometer, Laser Tracer, Multilateration, Laser Vibrometrie, Interferenzkomparator

- Winkel- und Neigungsmesstechnik: Winkelmessung und Aufgaben: ebener Winkel, Raumwinkel, Messaufgaben; Winkelmaßverkörperungen: Einzelwinkelnormale, Winkelendmaße, Sinuslineal, Sinus-Winkel-Einstellgerät, Tangenslineal, Winkelprisma verstellbar, mechanische Kreisteilungsnormale, optische Kreisteilungsnormale, Winkelencoder (optisch oder induktiv), Spiegelpolygon, Pentaprisma; Winkelmessgeräte: Winkelmesser, Universalwinkelmesser, Winkelencoder (inkrementell absolut codiert); Messabweichungen: Scheitel- und Schenkeldeckung, Doppelablesung ( $180^\circ$ -Ablesung); Neigungsmessung: Wasserwaagen, Libellen, Koinzidenzlibelle, Schlauchwaage, Klinometer/ Inklinometer (MEMs, Kraftkompensationssensoren); optische Winkelmessgeräte: Fernrohr, Kollimator, Strichplatten, Kollimator und Fernrohr, Autokollimator (visuelle und elektronische Ablesung), Autokollimator-Anwendungen (Winkelverschiebung, Geradheitsmessung, Rechtwinkligkeitsmessung, Kalibrierung von Drehtischen), Sextant, Theodolit und Tachymeter, Lasertracker, Winkelmessung mit Laserinterferometern, Kalibrierinterferometer
- Geometrische Produktspezifikation und Verifikation (GPS): Grundlagen der GPS: Systematik der Gestaltabweichungsarten (Maß-, Form-, Lageabweichungen und Abweichung der Oberflächenbeschaffenheit), Ordnungssystem für Gestaltabweichungen, geometrischen Toleranzen, Entwicklung der Normung und Messtechnik,

System der geometrischen Produktspezifikation, ISO-GPS-Matrix, Grundsätze, Dualitätsprinzip, Operatoren, Begriffsdefinition von Geometrieelementen (Nenn-, wirkliches, erfasstes und zugeordnetes Geometrieelement, ...), Standardgeometrieelemente; Toleranzen von Längenmaßen: Größenmaße, Spezifikationsmodifizierer für Längenmaße, Toleranzen von Längenmaßen, Nennmaß, Grenzmaß, Abmaß, Grenzabmaß, ISO-Toleranzsystem für Längenmaße ISO-Passungen; Toleranzen von Winkelmaßen: Spezifikationsmodifizierer für Winkelmaße, Winkelgrößenmaße; Entscheidungsregeln für Konformitäts- und Nichtkonformitätsnachweis: Kennwerte für Messabweichungen, „Goldene Regel“ der Messtechnik nach Berndt (ca. 1924), Prüfung auf Konformität, Prüfung auf Nichtkonformität; Bezüge, Form-, Richtungs-, Orts- und Lauftoleranz, zusätzliche Spezifikationen (grundlegende GPS-Spezifikationen, Unabhängigkeitsprinzip, Maximum-Material-Bedingung, Minimum-Material-Bedingung, Reziprozitätsbedingung, Hüllbedingung, "Taylor'scher Grundsatz", freier Zustand; Allgemeintoleranzen, Welligkeit und Rauheit, Kanten mit unbestimmter Gestalt, definierte Übergänge zwischen Geometrieelementen (Kante bestimmter Gestalt), Produktionsprozessspezifische Normen (Gußteile, Kunststoff-Formteile, thermisches Schneiden)

- Taktile Koordinatenmesstechnik: Historie, Gerätetechnik: Grundanordnung, konventionelle und unkonventionelle Bauarten, Gerätetechnik (Antriebe, Führungen, Längenmesssysteme), Tastsysteme (Übersicht, Messung der Auslenkung, Messsignale, Antastung, Einzelpunktantastung, Scanning, Richtungsempfindlichkeit, Erzeugung der Antastkraft, Kinematik, Bestandteile, kinematische Kopplungen, Dreh-Schwenk-System, Taster, Arten von Tastsystemen, mechanische Filterwirkung), Steuereinheit, Zusatzeinrichtungen (Drehtisch, Taster- und Messkopfwechselbank, Werkstückfixierung); Vorbereitung, Durchführung und Auswertung der Messung: Beschreiben und Festlegen der Messaufgabe inkl. Bezugssystem, Feststellen Einflüsse auf das Messergebnis, Vorbereitung der Messung, Aufspannen des Werkstücks, Auswahl des Messkopfes und Tasters, Einmessen des Tasters, Festlegen der Messstrategie, Auswertung der Messergebnisse (Ausgleichsverfahren, Operatoren, Messunsicherheitsbestimmung); Spezifikation, Parameter und Prüfung (Annahme- und Bestätigungsprüfung, Überwachung von Koordinatenmessgeräten, Normale, Spezifikation)
- Taktile Oberflächenmesstechnik: Oberflächen, Charakterisierung von Oberflächen, Oberflächenmessprinzipien, Wechselwirkung und Einflussgrößen, Oberflächenmessverfahren; taktile

Messverfahren: Tastschnittgeräte, Diamant-Tastspitze, Messumformer, morphologische Filterwirkung, Bauarten; Überblick Oberflächenparameter; Profilparameter (2D; DIN EN ISO 4287 und DIN EN ISO 21920-2): Auswertung eines Oberflächenprofils, Filterung, Messstrecke und Einzelmessstrecken, Senkrechtkenngößen, Waagrechtkenngößen, gemischte Kenngößen, Kenngößen aus charakteristischen Kurven, Motifkenngößen; Flächenparameter (3D; DIN EN ISO 25178-2): Auswertung einer Flächentopographie, Höhenparameter, Hybridparameter, flächenhafte Materialanteilkurve, Topographische Elemente; Streulichtparameter: Varianz der Verteilungskurve

**Content:**

- Basics: Sub-areas of industrial metrology, basic tasks of manufacturing metrology, measuring conditions and points in time, methods and subtasks of manufacturing metrology, objectives of manufacturing metrology; definitions of terms: measuring, monitoring, testing, checking, gauging, history of manufacturing metrology, equipment in manufacturing metrology, basic classification of measuring and testing equipment, classical manufacturing metrology, coordinate metrology; terms of metrology (repetition from fundamental lecture): measured quantity, quantity value, measurement result, measured value, measurement principle, measurement method, measurement procedure, sensitivity, measurement range, resolution (spatial or scale resolution vs. structural resolution, amplitude-wavelength diagram), true value, agreed value, systematic and random measurement deviation, calibration, verification, validation, measurement precision, measurement accuracy, measurement correctness, measurement uncertainty
- Length measuring technique (hand-held measuring devices and standards): tasks and use of length measuring technique, caliper (construction, reading), vernier, parallax deviation, error of the 1st order, Abbe's comparator principle, measuring variants with calipers, types of calipers, micrometers (construction, reading), error of the 2nd order, types of micrometers, dial gauge, vernier pointer, lever gauge, inductive probes (construction, characteristic curve), causes of measuring errors: measuring circuit, temperature influences, expansion compensation, surface contact pressure and flattening, deformation of measuring plates and long parts, tilting and guiding deviations, shape deviations and changes (equal thickness or Reuleaux polygons), ellipse and three-arc equal thickness, three-point measurement, centring errors and centring aids; materials for measuring circuits: Aluminium, steel, Invar 36, Super Invar 32-5, natural stone, polymer concrete, ceramics, sintered silicon carbide, NEXCERA N113G, titanium silicate glass ULE, Zerodur, mechanical

stresses and creep; Dimensional standards: gauge blocks, feeler gauges, limit gauges

- Length measuring technique (scales and encoders): scales with visual reading: scales with graduations, resolving power of the eye, spiral eyepiece, 1st and 2nd order error (measuring microscope), Abbe comparator, Eppenstein principle; optical incremental encoders: length measurement with incremental encoders, graduation width vs. detector size, Moiré effect, principle of an optical incremental encoder, determination of direction of movement incremental encoder, quadrature signals and direction-dependent counting (scanning plate), network interpolators (resolution increase), demodulation for encoder signals, demodulation deviations (quantisation, amplitude, offset and phase deviations), Heydemann correction, differential signals, scanning (imaging principle, transmitted and reflected light), coded reference marks, single-field reading head, scanning (interferential principle, reflected light), three-axis displacement sensors; optical absolute encoders: absolute coded scales, V and U arrangement and Gray code, pseudo random code; magnetic, inductive and capacitive linear encoders: magnetic linear encoders, inductive linear encoders, capacitive linear encoders; linear encoders: universal linear encoder, height encoder
- Length measurement technique (interferometer): interference and interferometer: interferometry, Michelson experiment, interference, wave equation, transverse electromagnetic wave (TEM), polarisation of light, superposition of waves (constructive and destructive interference), prerequisite for interferometric length measurement, interference of light waves, homodyne principle, heterodyne principle, interference at the Michelson interferometer, interference at the homodyne interferometer, distance of interference lines, classification of interferometers; demodulation of interferometer signals: demodulation at the homodyne interferometer, demodulation at the heterodyne interferometer, comparison of homodyne and heterodyne interferometers, air refractive index, parametric and interferometric acquisition, dead-path correction, practical realisation of demodulation at the homodyne interferometer, quantisation deviations, demodulation deviations due to quadrature signal noise, length deviations due to offset, amplitude and phase deviations, compensation of static deviations, remaining dynamic deviations; coherence: spatial and temporal coherence, coherence length of single-frequency and dual-frequency lasers and white light; He-Ne laser and traceability: spontaneous and stimulated emission, lasers (structure, resonator and origin of laser modes), resonator arrangements, Gaussian beams, transformation of Gaussian beams (thin lenses), He-Ne lasers (energy states, structure, principle, gain curve and laser modes,

frequency stability), methods for stabilising He-Ne lasers (Lamb-dip, external absorption cell, intensity equality with Zeeman splitting, intensity equality of orthogonally linearly polarised modes), measurement of beat frequency, optical frequency comb, traceability of length measurement (short distances), realisation of metre definition, traceability of length measurement (long distances); absolute interferometry: multi-wavelength interferometer; interferometer set-ups: surface mirrors, prisms, retroreflectors, beam splitters, plane-parallel plate, rotating wedge pair, linear polarisers - beam-splitting polarisers,  $\lambda/2$  and  $\lambda/4$  plates, Faraday isolator, modular systems, set-up variants, measurement errors and measurement circuits, compact interferometers (e.g. homodyne interferometer), combination of tilt invariance and lateral displacement, adjustment of interferometers; application of interferometers: precision length comparator, calibration interferometer, laser tracer, multilateration, laser vibrometry, interference comparator

- Angle and inclination measuring technology: angle measurement and tasks: plane angle, solid angle, measuring tasks; angle measuring standards: single angle standards, angle end measures, sine ruler, sine angle adjuster, tangent ruler, angle prism adjustable, mechanical circular graduation standards, optical circular graduation standards, angle encoder (optical or inductive), mirror polygon, pentaprism; angle measuring instruments: protractor, universal protractor, angle encoder (incremental absolute coded); measurement deviations: vertex and limb coverage, double reading ( $180^\circ$  reading); inclination measurement: spirit levels, bubble levels, coincidence bubble, hose level, clinometer/ inclinometer (MEMs, force compensation sensors); optical angle measuring instruments: Telescope, collimator, graticules, collimator and telescope, autocollimator (visual and electronic reading), autocollimator applications (angular displacement, straightness measurement, squareness measurement, calibration of rotary tables), sextant, theodolite and tachymeter, laser tracker, angle measurement with laser interferometers, calibration interferometer
- Geometric product specification and verification (GPS): fundamentals of GPS: systematics of shape deviation types (dimensional, form, positional and surface quality deviations), classification system for shape deviations, geometric tolerances, development of standardisation and metrology, system of geometric product specification, ISO GPS matrix, principles, duality principle, operators, definition of terms of geometry elements (nominal, real, recorded and assigned geometry element, ...), standard geometry elements; tolerances of length dimensions: size dimensions, specification modifiers for length dimensions, tolerances of length

dimensions, nominal dimension, limit dimension, allowance, limit allowance, ISO tolerance system for length dimensions ISO fits; tolerances of angle dimensions: specification modifiers for angular dimensions, angular size dimensions; decision rules for proof of conformity and non-conformity: characteristic values for measurement deviations, "Golden Rule" of metrology according to Berndt (ca. 1924), verification of conformity, verification of non-conformity; references, shape, direction, location and running tolerance, additional specifications (basic GPS specifications, independence principle, maximum material condition, minimum material condition, reciprocity condition, envelope condition, "Taylor's principle", free state; general tolerances, waviness and roughness, edges of indeterminate shape, defined transitions between geometry elements (edge of determinate shape), production process specific standards (castings, moulded plastic parts, thermal cutting)

- Tactile coordinate measuring technology: history, instrument technology: basic arrangement, conventional and unconventional designs, machine technology (drives, guideways, length measuring systems), tactile systems (overview, measurement of deflection, measuring signals, probing, single-point probing, scanning, directional sensitivity, generation of probing force, kinematics, components, kinematic couplings, rotary-tilt system, probes, types of tactile systems, mechanical filter effect), control unit, additional equipment (rotary table, probe and measuring head changing bench, workpiece fixing); preparation, execution and evaluation of the measurement: describing and specifying the measuring task incl. reference system reference system, determining influences on the measurement result, preparing the measurement, clamping the workpiece, selecting the measuring head and probe, calibrating the probe, determining the measurement strategy, evaluating the measurement results (compensation methods, operators, determining the measurement uncertainty); specification, parameters and testing (acceptance and confirmation testing, monitoring coordinate measuring machines, standards, specification)
- Tactile surface metrology: surfaces, characterisation of surfaces, surface measuring principles, interaction and influencing variables, surface measuring methods; tactile measuring methods: tactile measuring methods: stylus instruments, diamond stylus tip, transducer, morphological filter effect, types; overview of surface parameters; profile parameters (2D; DIN EN ISO 4287 and DIN EN ISO 21920-2): evaluation of a surface profile, filtering, measuring section and individual measuring sections, perpendicular parameters, horizontal parameters, mixed parameters, parameters from characteristic curves, motif parameters; surface parameters

		(3D; DIN EN ISO 25178-2): evaluation of an area topography, height parameters, hybrid parameters, area material proportion curve, topographic elements; scattered light parameters: variance of the distribution curve
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierendenden können die Motivation, Ziele, Grundsätze und Strategien der Fertigungsmesstechnik darlegen.</li> <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>• Die Studierenden können Messergebnisse und das zugrunde liegenden Verfahren angemessen kommunizieren und interpretieren.</li> </ul> <p>Anwenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können Messaufgaben durch das Erlernte implementieren.</li> <li>• Die Studierenden können geeignete Verfahren im Bereich Fertigungsmesstechnik eigenständig auswählen.</li> </ul> <p>Analysieren</p> <ul style="list-style-type: none"> <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>
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>	M7 Flexibles Budget Technische Fakultät Master of Science Medizintechnik 20182 Flexibles Budget / Flexible budget Master of Science Medizintechnik 20222 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>• 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> <li>• Pfeifer, Tilo: Fertigungsmeßtechnik. R. Oldenbourg Verlag München Wien, 1998 ISBN 3-486-24219-9</li> <li>• Keferstein, Claus P.: Fertigungsmesstechnik. 7. Auflage, Vieweg+Teubner Verlag, 2011 ISBN 978-3-8348-0692-5</li> <li>• Warnecke, H.-J.; Dutschke, W.: Fertigungsmeßtechnik. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York Tokyo, 1984 ISBN 3-540-11784-9</li> <li>• Christoph, Ralf; Neumann, Hans Joachim: Multisensor-Koordinatenmesstechnik. 3. Auflage, Verlag Moderne Industrie, 2006 ISBN 978-3-937889-51-2</li> <li>• Neumann, Hans Joachim: Koordinatenmesstechnik im der industriellen Einsatz. Verlag Moderne Industrie, 2000 ISBN 3-478-93212-2</li> <li>• Ernst, Alfons: Digitale Längen- und Winkelmesstechnik. 4. Auflage, Verlag Moderne Industrie, 2001 ISBN 3-478-93264-5</li> <li>• Joza, Jan: Messen großer Längen. VEB Verlag Technik Berlin, 1969</li> <li>• Henzold, Georg: Form und Lage. 3. Auflage, Beuth Verlag GmbH Berlin, 2011 ISBN 978-3-410-21196-9</li> <li>• Weckenmann, A.: Koordinatenmesstechnik: Flexible Strategien für funktions- und fertigungsgerechtes Prüfen, 2. Auflage, Carl Hanser Verlag München, 2012</li> <li>• *Internetlinks für weitere Information zum Thema Messtechnik*</li> <li>• [Video des VDI: Messtechnik - Unsichtbare Präzision überall]<a href="http://youtu.be/tQgvr_Y3GI0">http://youtu.be/tQgvr_Y3GI0</a></li> <li>• [Multisensor-Koordinatenmesstechnik]<a href="http://www.koordinatenmesstechnik.de/">http://www.koordinatenmesstechnik.de/</a></li> <li>• [E-Learning Kurs AUKOM Stufe 1]<a href="http://www.aukom-ev.de/deutsch/elearning/content.html">http://www.aukom-ev.de/deutsch/elearning/content.html</a></li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96925	<b>Fertigungsmesstechnik II</b> Manufacturing metrology II	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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, Universalformmessgeräte, 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,</p>

		<p>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 Gerätekoordinatensysteme, 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 Erlernte auf unbekannte, aber ähnliche Messaufgaben transferieren.</li> </ul> <p>Evaluiieren (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> <p>Keferstein, Claus P.: Fertigungsmesstechnik. 7. Auflage, Vieweg +Teubner Verlag, 2011 ISBN 978-3-8348-0692-5</p> <p>Warnecke, H.-J.; Dutschke, W.: Fertigungsmeßtechnik. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York Tokyo, 1984 ISBN 3-540-11784-9</p> <p>Christoph, Ralf; Neumann, Hans Joachim: Multisensor-Koordinatenmesstechnik. 3. Auflage, Verlag Moderne Industrie, 2006 ISBN 978-3-937889-51-2</p> <p>Neumann, Hans Joachim: Koordinatenmesstechnik im der industriellen Einsatz. Verlag Moderne Industrie, 2000 ISBN 3-478-93212-2</p>

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) Vorlesung: Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik (2 SWS, WiSe 2023) Übung: Übungen zu Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik (1 SWS, WiSe 2023)	1,5 ECTS 3,5 ECTS -
3	Lehrende	Alexander Pfannschmidt Sara Hosseini Veronika Solovieva Philipp Sisterhenn 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: V1 Gleichstromantrieb V2 Asynchronmaschine am Pulsumrichter 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>	<p>*Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik*</p> <p>Kenntnisse und Verständnis der grundsätzlichen Funktionsweise elektrischer Maschinen, deren stationären Betrieb und die konventionelle (verlustbehaftete) Drehzahlstellung</p> <p>*Die Studierenden*</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können einen Überblick über die Elektrische Antriebstechnik geben</li> <li>• kennen die Einsatzgebiete und Verbreitung elektrischer Antriebe sowie deren wirtschaftliche und gesellschaftliche Bedeutung</li> <li>• kennen die am weitesten verbreiteten Typen elektrischer Maschinen</li> <li>• kennen und verstehen bei Gleichstrommaschinen</li> </ul> <p>- Aufbau und Funktionsweise - fachspezifische Begriffe - Feldverläufe in der Maschine - Kommutierung</p>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- beschreibende Spannungs- und Drehmomentgleichungen</li> <li>- stationären Betrieb und Betriebskennlinien</li> <li>- Drehmoment- Drehzahlkennlinie</li> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 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</li> <li>- elektronische Schaltungen und Ansteuermethoden</li> <li>- Gleichrichter - Tiefsetzsteller - Methode der Pulsweitenmodulation kennen und verstehen bei Drehstromantrieben - Aufbau und Funktionsweise - Methoden zur Drehzahlstellung und Spannungsstellung</li> <li>- elektronische Schaltungen und Ansteuermethoden</li> <li>- 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.</li> </ul> </li> </ul>
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 M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur mit MultipleChoice (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur 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>	2 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

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, WiSe 2023)	3,5 ECTS
		Übung: Übungen zu Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik (1 SWS, WiSe 2023)	-
3	Lehrende	Philipp Sisterhenn Alexander Pfannschmidt Sara Hosseini Veronika Solovieva 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>	
		<p>*Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik*</p> <p>Kenntnisse und Verständnis der grundsätzlichen Funktionsweise elektrischer Maschinen, deren stationären Betrieb und die konventionelle (verlustbehaftete) Drehzahlstellung</p> <p>*Die Studierenden*</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• haben einen Überblick über die Elektrische Antriebstechnik</li> <li>• kennen die Einsatzgebiete und Verbreitung elektrischer Antriebe sowie deren wirtschaftliche und gesellschaftliche Bedeutung</li> <li>• kennen die am weitesten verbreiteten Typen elektrischer Maschinen</li> <li>• kennen und verstehen bei Gleichstrommaschinen</li> </ul> <p>- Aufbau und Funktionsweise</p> <p>- fachspezifische Begriffe</p> <p>- Feldverläufe in der Maschine</p> <p>- Kommutierung</p> <p>- beschreibende Spannungs- und Drehmomentgleichungen</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>		

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- stationären Betrieb und Betriebskennlinien</li> <li>- Drehmoment- Drehzahlkennlinie</li> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 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</li> <li>- elektronische Schaltungen und Ansteuermethoden</li> <li>- Gleichrichter - Tiefsetzsteller - Methode der Pulsweitenmodulation kennen und verstehen bei Drehstromantrieben - Aufbau und Funktionsweise - Methoden zur Drehzahlstellung und Spannungsstellung</li> <li>- elektronische Schaltungen und Ansteuermethoden</li> <li>- 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.</li> </ul> </li> </ul>
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 M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Praktikumsleistung Klausur mit MultipleChoice (90 Minuten) Das Praktikum besteht aus: <ul style="list-style-type: none"> <li>• häusliche Vorbereitung</li> <li>• Dokumentation</li> <li>• 3 Versuche</li> </ul>
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Praktikumsleistung (0%) Klausur 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>	2 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

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, WiSe 2023) Vorlesung: Kunststoffverarbeitung ( 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: Kunststoffe und ihre Eigenschaften*]  Das Modul Kunststoffe und ihre Eigenschaften stellt aufbauend auf die Vorlesung Werkstoffkunde die verschiedenen Kunststoffe und ihre spezifischen Eigenschaften vor.  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. 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.  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.  [*Inhalt: Kunststoffverarbeitung*]  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.  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> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <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> <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> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <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>	

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 Eigenschaften der Kunststoffe, dabei Transfer des Wissens aus anderen Vorlesungen (z. B. Werkstoffkunde).</li> <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 Kunststoffes für einen beispielhaften Anwendungsfall.</li> <li>• erarbeiten eine Werkstoffsubstitution mit einem passenden Kunststoff: Bewertung des einzusetzenden Kunststoffes 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 (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: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 95260	<b>Kunststoffverarbeitung</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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> <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> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <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 (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>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	Markus Mehnert Dominic Soldner Prof. Dr.-Ing. Paul Steinmann	

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>• Variationsprinzip</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 Tensorkalkül 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> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <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>. 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 Prüfungssprache: Deutsch und Englisch</p>
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>	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> </ul>



1	<b>Modulbezeichnung</b> 94705	<b>Maschinenelemente 1</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Kurs1 - Maschinenelemente Übung (2 SWS) Vorlesung: Vorlesung Maschinenelemente I (4 SWS) Tutorium: Tutorium Maschinenelemente I (2 SWS)	- - -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Marcel Bartz Michael Jüttner	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Einführung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maschinenelemente</li> <li>• Einordnung in die Konstruktionstechnik</li> <li>• Einordnung in den Produktlebenszyklus</li> <li>• Lehrziele</li> </ul> <p>Einführung in die Produktentwicklung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Synthese und Analyse als zentrale Aufgaben der Produktentwicklung</li> <li>• Vorgehensmodelle zur methodischen Unterstützung des Produktentwicklungsprozesses</li> </ul> <p>Konstruktionswerkstoffe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Richtlinien zur Werkstoffauswahl</li> <li>• Festigkeit Verformung Bruch</li> <li>• Stahl</li> <li>• Gusseisenwerkstoffe</li> <li>• Nichteisenmetalle: Leicht- und Schwermetalle</li> <li>• Polymerwerkstoffe</li> <li>• Nichtmetallisch-anorganische Werkstoffe</li> <li>• Spezielle neue Werkstoffe</li> </ul> <p>Grundlagen der Bauteilauslegung Festigkeitslehre</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Typische Versagenskriterien von Maschinenelementen</li> <li>• Festigkeitslehre</li> <li>• Bauteildimensionierung und Festigkeitsnachweis</li> </ul> <p>Einführung in die Gestaltung technischer Produkte</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestalten von Maschinen</li> <li>• Fertigungsgerechtes Gestalten</li> <li>• Sicherheitsgerechtes Gestalten</li> </ul> <p>Normung, Toleranzen, Passungen und Oberflächen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Normung, Richtlinien, Standardisierung</li> <li>• Normzahlen</li> <li>• Toleranzen und Abweichungen</li> <li>• Technische Oberflächen</li> </ul> <p>Elemente verbinden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elemente stoffschlüssig verbinden</li> <li>• Elemente formschlüssig verbinden</li> <li>• Elemente reibschlüssig verbinden</li> <li>• Vorgespannte Formschlussverbindungen</li> <li>• Schraubenverbindungen</li> </ul> <p>Elemente lagern</p>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elemente rotatorisch lagern Wälzlager</li> </ul> <p>Bewegung anpassen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Antriebssysteme und Antriebsstränge</li> <li>• Getriebe</li> <li>• Stirnzahnräder und Stirnradgetriebe</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p><b><u>Fachkompetenz</u></b></p> <p><u>Wissen</u></p> <p><b>ME I</b></p> <p>Im Rahmen von MEI 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><u>Verstehen</u></p> <p><b>ME I</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> </ul>

- die Konstruktionswerkstoffe, deren spezifische Eigenschaften sowie Möglichkeiten zur Beschreibung des Festigkeits-, Verformungs- und Bruchverhaltens. Unter Konstruktionswerkstoffen werden insbesondere Eisenwerkstoffe, daneben auch Nichteisenmetalle, Polymerwerkstoffe und spezielle neue Werkstoffe, z. B. Verbundwerkstoffe, verstanden. Es werden Querverbindungen zu den in der Lehrveranstaltung Werkstoffkunde erworbenen Kompetenzen erschlossen.

Die Studierenden gewinnen ein Verständnis für Maschinenbauteile im Hinblick auf deren rechnerische Auslegung und konstruktive Gestaltung unter Berücksichtigung des Werkstoffverhaltens, der Geometrie und der auf das Bauteil einwirkenden Lasten. Hierzu:

- Unterscheidung von Nennspannungen und örtlichen Spannungen
- Verständnis für mehrachsige Beanspruchungszustände und Festigkeitshypothesen in Verbindung mit den werkstoffspezifischen Versagenskriterien
- Verständnis für die Auswirkungen von Kerben auf Maschinenbauteile unter statischer und dynamischer Beanspruchung
- Verständnis für Werkstoffkennwerte und den Einfluss der Bauteilgröße und des Oberflächenzustandes sowie Gegenüberstellung zu dazugehörigen Versagenskriterien.

Die Studierenden gewinnen ein funktionsorientiertes Verständnis für und Überblick zu gängigen Maschinenelementen sowie Vertiefung zahlreicher Maschinenelemente unter Berücksichtigung derer spezifischen Merkmale, Eigenschaften und Einsatzbedingungen. Insbesondere wird hierbei ein Schwerpunkt auf das Erlangen eines Verständnisses für Wirkprinzipien und Gestaltung gelegt. Im Einzelnen für:

- Schweißverbindungen
- formschlüssige Welle-Nabe-Verbindungen
- Bolzen- und Stiftverbindungen
- reibschlüssige Welle-Nabe-Verbindungen
- Elemente von Schraubenverbindungen unter besonderer Berücksichtigung des Maschinenelements Schraube (Gewinde), sowie 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 ohne Profilverschiebung

#### Anwenden

##### **ME I**

Die Studierenden vertiefen Teile des zuvor 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 Grübchentrugfähigkeit in Anlehnung an DIN 3990 sowie deren Gültigkeitsgrenzen

#### Analysieren

##### **ME I**

Sie Studierenden erlernen mithilfe dem Verständnis und den Berechnungsmethoden 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

### **KÜ I**

Die Studierenden gewinnen ein Verständnis für das Konstruieren von Maschinen als methodischer Prozess unter besonderer Beachtung von Synthese und Analyse als zentrale Aufgaben des Konstruierens.

### Evaluieren

### **ME I**

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

### **KÜ I**

Die Studierenden analysieren eine konstruktive Aufgabenstellung aus dem Maschinenbau auf Basis einer Konzeptskizze und einer knappen technischen Beschreibung.

Die Studierenden bewerten verschiedene konstruktive Lösungsalternativen im Kontext der Aufgabenstellung und wählen bestgeeignete erscheinende Lösungsvarianten aus.

Die Studierenden gewinnen die Befähigung zum Bewerten des komplexen Zusammenwirkens unterschiedlichster Einflussgrößen auf Funktion und Beanspruchung von Maschinenelementen und dadurch Erlangung der Fähigkeit, eine solche ganzheitliche Betrachtungsweise auf neu zu entwickelnde Apparate, Geräte, Maschinen oder Anlagen übertragen zu können.

#### Erschaffen

#### **KÜ I**

Die Studierenden übertragen das vorgegebene Konzepts in einen funktionsgerechten Grobentwurf unter Nutzung von Technischen Freihandskizzen, hierbei Rückgriff auf die in der Lehrveranstaltung Technische Darstellungslehre I erworbenen Kompetenzen.

Die Studierenden übertragen den Grobentwurf in einen funktions-, fertigungs- und montagegerechten Detailentwurf unter Nutzung eines 3D-CAD-Systems; hierbei Rückgriff auf die in der Lehrveranstaltung Technische Darstellungslehre II erworbenen Kompetenzen.

Die Studierenden übertragen der in der Lehrveranstaltung Maschinenelemente I vermittelten Fach- und Methodenkompetenzen auf eine neue Aufgabenstellung zur Auslegung und Gestaltung maßgeblicher Maschinenbauteile, hierzu insbesondere

- Rechnerische Auslegung und konstruktive Gestaltung einzelner Bauteile bzw. Baugruppen unter Berücksichtigung des Werkstoffverhaltens, der Geometrie und der einwirkenden Lasten
- Verständnis für die Gestaltung von Maschinenbauteilen unter besonderer Berücksichtigung der Fertigungs- und Montagegerechtheit
- Auswahl und Nutzung genormter Halbzeuge, Normteile und standardisierter Zukaufteile im Hinblick auf eine kosten- und funktionsgerechte Konstruktion.
- Übertragung der in weiteren Grundlagenlehrveranstaltungen des Maschinenbaus insbesondere Statik, Elastostatik und Werkstoffkunde vermittelten Fach- und Methodenkompetenzen auf eine neue Aufgabenstellung in einem fächerübergreifenden und fächerzusammenführenden Kontext.

Die Studierenden erstellen eine saubere und nachvollziehbare Berechnungsdokumentation, die insbesondere Auswahl, Dimensionierung und Nachrechnung der verwendeten Maschinenelemente enthält.

		<p>Die Studierenden erstellen eine komplexe Zusammenbauzeichnung in Form eines normgerechten Zeichnungssatzes einschließlich zugehöriger Stückliste auf Basis des 3D-CAD-Modells; hierbei Rückgriff auf die in den Lehrveranstaltungen Technische Darstellungslehre I und Technische Darstellungslehre II erworbenen Kompetenzen.</p> <p>Die Studierenden erstellen eine normgerechte Fertigungszeichnung eines ausgewählten, komplexeren Bauteils aus der Gesamtkonstruktion (beispielsweise Drehteil, Schweißteil).</p> <p><b><u>Lern- bzw. Methodenkompetenz</u></b></p> <p><b>ME I</b> 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.</p> <p><b>KÜ I</b> Die Studierenden erlernen die Befähigung zur selbständigen Arbeitseinteilung und Einhaltung von Meilensteinen sowie Reflexion der eigenen Stärken und Schwächen, hierbei Unterstützung durch Betreuer und studentische Tutoren.</p> <p><b><u>Selbstkompetenz</u></b></p> <p><b>KÜ I</b> Die Studierenden erwerben die Befähigung zum Präsentieren und Erläutern der Konstruktion einschließlich deren Auslegung in den verschiedenen Entwicklungsphasen gegenüber Betreuern und Tutoren.</p> <p><b><u>Sozialkompetenz</u></b></p> <p><b>KÜ I</b> Die Studierenden erwerben die Befähigung zur kooperativen und verantwortungsvollen Zusammenarbeit in einer Kleingruppe bestehend aus 2-3 Personen.</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<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: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

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	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	apl.Prof.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 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</p>	

		<p>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</p> <p>Materialmodellierung und -simulation (TAF Solid Mechanics and Dynamics) (Prüfungsnummer: 537468)</p> <p>Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30, benotet</p>
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 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>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensors for measuring mechanical quantities</li> <li>• Control and information processing</li> </ul> </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>	<p>M2 Engineering Core Modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222</p> <p>M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222</p> <p>M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (MEL) 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>	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	Dr. Rodrigo Sato Martin de Almagro Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker Dr.-Ing. Giuseppe Capobianco	

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 Wissen 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 verketten.
- 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.
- können analytische Lösungen der Bewegungsgleichungen (etwa Foucault-Pendel, symmetrischer Kreisel) durch Differentiation verifizieren.
- können die dynamische rechte Seite der Bewegungsgleichungen in Matlab implementieren und mit Standard-Zeitintegrationsverfahren lösen.
- können die Beweise der wichtigsten mathematischen Sätze eigenständig führen.

		<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, Kraftelementen 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	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Kai Willner	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Modellbildung und Simulation  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> <li>• Die Studierenden kennen die Methode der gewichteten Residuen in verschiedenen Varianten.</li> <li>• Die Studierenden kennen das Prinzip der virtuellen Arbeiten in den verschiedenen Ausprägungen fuer Stäbe, Balken, Scheiben und das 3D-Kontinuum.</li> <li>• Die Studierenden kennen verschiedene Randbedingungstypen und ihre Behandlung im Rahmen der Methode der gewichteten Residuen bzw. des Prinzips der virtuellen Verschiebungen.</li> <li>• Die Studierenden kennen die Anforderungen an die Ansatz- und Wichtungsfunktionen und können die gängigen Formfunktionen für verschiedene Elementtypen angeben.</li> <li>• Die Studierenden kennen das isoparametrische Konzept.</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen Verfahren zur numerischen Quadratur.</li> <li>• Die Studierenden kennen Verfahren zur Lösung linearer Gleichungssysteme, zur Lösung von Eigenwertproblemen und zur numerischen Zeitschrittintegration.</li> </ul> <p>Verstehen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verstehen den Zusammenhang zwischen der Methode der gewichteten Residuen und dem Prinzip der virtuellen Arbeiten bei mechanischen Problemen.</li> <li>• Die Studierenden verstehen den Unterschied zwischen schubstarrer und schubweicher Balkentheorie sowie die daraus resultierenden unterschiedlichen Anforderungen an die Ansatzfunktionen.</li> <li>• Die Studierenden verstehen das Problem der Schubversteifung.</li> <li>• Die Studierenden können das isoparametrische Konzept erläutern, die daraus resultierende Notwendigkeit numerischer Quadraturverfahren zur Integration der Elementmatrizen und das Konzept der zuverlässigen Integration erklären.</li> <li>• Die Studierenden können den Unterschied zwischen Lagrange- und Serendipity-Elementen sowie die jeweiligen Vor- und Nachteile erläutern.</li> </ul> <p>Anwenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können ein gegebenes Problem geeignet diskretisieren, die notwendigen Indextafeln aufstellen und die Elementmatrizen zu Systemmatrizen assemblieren.</li> <li>• Die Studierenden können die Randbedingungen eintragen und das Gesamtsystem entsprechend partitionieren.</li> <li>• Die Studierenden können polynomiale Formfunktionen vom Lagrange-, Serendipity- und Hermite-Typ konstruieren.</li> <li>• Die Studierenden können für die bekannten Elementtypen die Elementmatrizen auf analytischen bzw. numerischen Weg berechnen.</li> </ul> <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	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b></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) <b>Methode der Finiten Elemente (Prüfungsnummer: 45501)</b> <b>(englischer Titel: Finite Element Methods)</b> Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60, benotet, 5 ECTS Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100.0 % Erstablegung: SS 2023, 1. Wdh.: WS 2023/2024
		<table border="1"> <tr> <td>1. Prüfer:</td> <td>Kai Willner</td> </tr> </table>
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> 97252	<b>Methodische Analyse zur Qualitätsverbesserung von Fertigungsprozessen</b> Methodical analysis for improving the quality of manufacturing processes	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Hinnerk Hagenah Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Six Sigma Methodik, Grundlagen des Projektmanagements, Projektcharter, SIPOC und VOC, Prozess- und Aufgabendefinition;</li> <li>• Datenerfassung, Entscheidungsmatrix und Zielgrößenoptimierung;</li> <li>• Grundlagen der Statistik, Graphische Methoden;</li> <li>• Regelkarten, Erfassung von Ursachen und Wirkungen, Ursachen und Wirkungen, Messsystemanalyse;</li> <li>• Verteilungstests, Verteilungstests, Prozessfähigkeit, Sigma-Level Berechnung;</li> <li>• Konfidenzintervall, Konfidenzintervall, Test auf Varianzgleichheit, t-Test für 2 Stichproben;</li> <li>• Einfache Varianzanalyse, ANOVA, Chi-Quadrat-Test, Chi-Quadrat-Test, Korrelation und Regression;</li> <li>• Statistische Versuchsplanung, Multi-Vari Studien, Kreativtechniken</li> <li>• FMEA für Projektstrategien, Praxisübungen (Durchführung eines Mini-Greenbelt Projekts mit Papierhubschrauber)</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Nach Besuch der der Lehrveranstaltung, sind die Studierenden in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• vertiefende Kenntnisse in der methodischen Analyse von Prozessen in der Fertigung, wobei die Six Sigma Methodik Verwendung findet, wiederzugeben und zu erläutern,</li> <li>• grundlegendes Wissen zu Themen der Prozessanalyse und optimierung und methodische Problemlösungsansätze anzuwenden, sowie Fragestellungen unter Anwendung statistischer Verfahren zu lösen,</li> <li>• durch Informationen und Faktenwissen, Six Sigma Projekte zur Analyse und anschließenden Optimierung von Produktions- und Fertigungsprozessen zu leiten,</li> <li>• notwendige analytische und statistische Werkzeuge in Six Sigma Projekten einzusetzen,</li> <li>• die Prozessanalyse und -optimierung sowie Six Sigma im ganzheitlichen Umfeld der industriellen Produktion und Fertigung einzuordnen.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Aufgrund der inhaltlichen Tiefe der Veranstaltung werden folgende Erfahrungen (bzw. belegte Lehrveranstaltungen) vorausgesetzt: *	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produktionstechnik</li> <li>• Qualitätsmanagement</li> <li>• Stochastik (Ingenieurmathematik)</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>	Variabel mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (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>	

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: MRK Übung B (1 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack Johannes Mayer	

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 Rechnereinsatzes in der Konstruktion</li> <li>• Durchgängiger Rechnereinsatz 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> <b>Wissen</b> 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> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wissen über intuitive sowie diskursive Kreativitätstechniken: Brainstorming, Methode 6-3-5, Delphi-Methode oder Konstruktionskataloge</li> <li>• Wissen über Entwicklungsmethoden: Reverse Engineering, Patentrecherche, Bionik, Innovationsmethoden (z. B. TRIZ)</li> <li>• Wissen über methodische Bewertungsmethoden: Technisch-Wirtschaftliche Bewertung, Nutzwertanalyse, Wertanalyse</li> <li>• Wissen über Vorgehensmodelle: z. B.: Vorgehen nach Pahl/Beitz, VDI 2221, VDI 2206</li> </ul>	

- 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

		<p>innovativer Produkte zu nutzen. Darüber hinaus werden spezielle Innovationsmethoden gelehrt, die die Entwicklung neuartiger Produkt unterstützen.</p> <p><b><u>Lern- bzw. Methodenkompetenz</u></b>  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.</p> <p><b><u>Selbstkompetenz</u></b>  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 Hinsicht (u. a. bei der Erarbeitung von Lösungen bzw. bei der Kompromissfindung in Gruppenarbeiten) vor.</p> <p><b><u>Sozialkompetenz</u></b>  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>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Mikromechanik (2 SWS)	-
3	Lehrende	apl.Prof.Dr. Julia Mergheim	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	apl.Prof.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> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikromechanik (Prüfungsnummer: 837601)</li> <li>• Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30, benotet</li> </ul>	
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>		

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 apl.Prof.Dr. Julia Mergheim	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	apl.Prof.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>	<p>Grundkenntnisse in "Kontinuumsmechanik" und der "Methode der Finiten Elemente"</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>. 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</p>
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 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	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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> <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 Englisch
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	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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> <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 den Modulen "Statik, Elastostatik und Festigkeitslehre" und "Lineare Kontinuumsmechanik"	

		<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>. 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>Nichtlineare Kontinuumsmechanik / Nonlinear Continuum Mechanics (Prüfungsnummer: 72601)</p> <p>Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90, benotet</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 Englisch
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> <p>Verstehen</p>	

- 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.
- Die Studierenden können für eine gegebene Messaufgabe eine passende Abtastrate und -dauer sowie entsprechende Filter bzw. Fensterfunktionen wählen.
- Die Studierenden können ein geeignetes Dämpfungsmodell zur Bestimmung der modalen Dämpfungen auswählen.

#### Evaluieren (Beurteilen)

		<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>	<p>Klausur (60 Minuten)</p> <p>Numerische und experimentelle Modalanalyse (Prüfungsnummer: 72651)</p> <p>Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60, benotet</p>
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	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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: 90 h Eigenstudium: 135 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	-	

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	Sebastian Anders 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>		

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> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <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 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>Freudenberger, 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, 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</li> </ul>

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> 92531	<b>Quantenelektronik I - Quantentechnologien 1</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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>	Fachkompetenz Verstehen grundlegende physikalische Zusammenhänge der Quantenmechanik verstehen. Anwenden quantenmechanische Effekte mit Hilfe von Berechnungen beschreiben. Analysieren Themen der Quantentechnologien selbstständig analysieren.	
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 (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222 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 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> 92555	<b>Quanteninformationstechnologie</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Quanteninformationstechnologie (2 SWS) Vorlesung: Quanteninformationstechnologie (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Roland Nagy Andre Pointner	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Roland Nagy
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionsweise von Quantenschaltungsdiagramme</li> <li>• Fehlerkorrektur von Quantensystemen</li> <li>• Quantenalgorithmen im Bereich Quantencomputing und Quantensensorik</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wissen was ein Quantenschaltungsdiagramm ist</li> <li>• kennen die Funktionsweise von Quantengatter</li> <li>• wissen was Dekohärenz bei Quantensystemen bedeutet</li> <li>• kennen Algorithmen zur Fehlerkorrektur von Quantensystemen</li> <li>• kennen Quantenalgorithmen im Bereich Quantencomputing und Sensorik</li> <li>• wissen wie Quantenalgorithmen angewendet werden</li> </ul> <p>Können mit der gewonnen Kompetenz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen wie Quanteninformationen verarbeitet werden</li> <li>• verstehen wie Quantencomputer Informationen verarbeiten</li> <li>• verstehen wie Quantensensoren Informationen erhalten</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Quantenmechanik (oder Quantentechnologie 1)
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222 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>	
16	<b>Literaturhinweise</b>	Begleitendes Vorlesungsskript

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92553	<b>Quantenmechanik</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Roland Nagy
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fahrzeugspezifische Anforderungen an Elektronik im Bordnetz von Kraftfahrzeugen</li> <li>• Leistungselektronik in Fahrzeugen mit konventionellem Bordnetz (12/24 V)</li> <li>• Hybride und rein elektrische Antriebsstrangtopologien (HEV, PHEV, FCEV, BEV)</li> <li>• Leistungselektronik in Hybrid- und Elektrofahrzeugen (Ladegeräte, Umrichter, Gleichspannungswandler): Schaltungskonzepte, Schaltungsauslegung, Simulation</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Grundstruktur und die Eigenschaften des 12/24V Bordnetzes von Kraftfahrzeugen</li> <li>• kennen die fahrzeugspezifischen Anforderungen an Leistungselektronik im Bordnetz von Kraftfahrzeugen</li> <li>• kennen den Aufbau der in den verschiedenen Fahrzeugsteuergeräten eingesetzten Leistungselektronik und die Eigenschaften der darin verwendeten Leistungsschalter (Smart-Power)</li> <li>• kennen die verschiedenen Grundstrukturen (Topologien) der Antriebsstränge von Hybrid- und Elektrofahrzeugen</li> <li>• analysieren verschiedene Antriebsstrangtopologien bezüglich ihrer Anwendungseigenschaften</li> <li>• kennen die Grundsaltungen aller für die Elektrifizierung des Antriebsstrangs erforderlichen leistungselektronischen Wandler (Antriebsumrichter, Gleichspannungswandler)</li> <li>• kennen die wichtigsten technischen Ansätze zur Reduzierung von Bauvolumen, Verlustleistung und Kosten</li> <li>• kennen die Grundsaltungen, die Systemtechnik und die Sicherheitsanforderungen bei kabelgebundenen und kontaktlosen Ladeverfahren</li> <li>• kennen eine Methodik zur Antriebsstrangsimulation auf Fahrzeugebene</li> </ul> <p>Fachkompetenz Anwenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anforderungen an Leistungselektronik für Kraftfahrzeuge beschreiben</li> <li>• Die wichtigsten Bauelemente und Grundsaltungen auslegen</li> </ul> <p>Analysieren</p>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• diskutieren die mit elektrifizierten Antriebssträngen (Hybrid- bzw. Elektrofahrzeuge) verbundenen Zielsetzungen und Basiskonzepte sowie die Grundlagen der dazu erforderlichen leistungselektronischen Systeme</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Grundlagen der Elektrotechnik I-III, Leistungselektronik
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222 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>	
16	<b>Literaturhinweise</b>	Begleitendes Vorlesungsskript

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96930	<b>Rechnergestützte Messtechnik</b> Computer-aided metrology	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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 Grundsaltungen (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> <p>*Verarbeitung digitaler Signale:* digitale Codes Schaltnetze (Kombinatorische Schaltungslogik) Schaltalgebra und logische Grundverknüpfungen Schaltwerke (Sequentielle Schaltnetze) Speicherglieder (Flip-Flops, Sequentielle Grundsaltungen), Halbleiterspeicher (statische und dynamische, FIFO)</p>

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-Dezimirer, digitaler Mittelwertfilter, Gaußfilter Fensterfunktionen, Gibbs-Phänomen Realisierung mit MATLAB Vor- und Nachteile digitaler Filter  
 \*Messdatenauswertung:\* Absolute, relative, zufällige und systematische Messabweichungen, Umgang mit Messabweichungen, Kalibrierung Korrelationsanalyse Kennlinienabweichungen und Methoden zu deren Ermittlung Regressionsanalyse Kennlinienkorrektur Approximation, Interpolation, Extrapolation Arten der Kennlinienkorrektur Messpräzision, Messgenauigkeit, Messrichtigkeit, Fehlerfortpflanzungsgesetz (altes Konzept), Messunsicherheit und deren Bestimmung Vorgehensweise zur Ermittlung der Unsicherheit, Monte-Carlo-Methode  
 \*Schaltungs- und Leiterplattenentwurf:\* Leiterplatten Leiterplattenmaterial Leiterplattenarten Durchkontaktierungen Leiterplattenentwurf und -entflechtung Software Leiterplattenherstellung  
 \*Contents\*  
 \*Basics:\* Terms (quantity, quantity value, measurand, measurement unit, principle of measurement, measurement, measuring chain, measurement signal, information parameter, analogue and digital signal) Principle of a measuring instrument, direct and indirect measurement, characteristic curves and characteristic curve types, analogue and digital measuring methods, continuous and discontinuous measurement, time and value discretisation, resolution, sensitivity, measuring interval (range) Signal, measurement signal, classification of signals (information parameter) Signal description, Fourier series and Fourier transformation Fourier analysis DFT and FFT (practical realization) Aliasing and Shannon's sampling theorem Transfer

behaviour (response functions, frequency response, transfer function)  
Laplace transform, digitisation chain, Z-transform and wavelet transform

**\*Processing and transmission of analogue signals:\*** Measuring amplifiers, operational amplifiers (ideal and real, feedback)  
Characteristics of operational amplifiers Frequency-dependent gain of operational amplifiers Operational amplifier types Feedback and basic circuits (comparator, inverting amplifier, non-inverting amplifier, impedance converter, current-voltage converter, differential amplifier, integrator, differentiator, inverting adder, subtractor, logarithmic, exponential function generators, instrumentation amplifier) OPV with differential output Analogue filter (low pass filter, high pass filter, band pass filter, band elimination filter, Bodeplot, phase shifting, active analogue filters) Measurement signal transmission (standard signals, connection variants) Voltage-frequency converters Galvanic isolation and optical transmission modulators and demodulators multiplexers and demultiplexers sample-and-hold amplifier

**\*A/D and D/A converter:\*** Digital and analogue signals Digitisation chain A/D converter (follow-up ADC, weighing method, ramp A/D converter, dual slope method, charge-balancing ADC, parallel ADC, cascade ADC, pipeline A/D converter, the delta-sigma A/D converter / 1-bit to N-bit converter, application, characteristics, deviations, signal-to-noise ratio) Digital-to-analogue conversion chain D/A converter (direct or parallel converters, weighing method, counting method, pulse width modulation, delta-sigma converter / 1-bit to N-bit converter)

**\*Digital signal processing:\*** Digital codes Switching networks (combinatorial circuit logic) Boolean algebra and basic logic operations Sequential circuit (sequential switching networks) Storage elements (flip-flops, sequential basic circuits), semiconductor memory (static and dynamic, FIFO) Application Specific Integrated Circuits (ASICs) The programmable logic device (PLD, programmability, benefits, applications, programming) computer types

**\*Data bus systems:\*** Bus systems (master, slave, arbiter, routing, repeater) Arbitration Topologies (physical and logical topology, characteristics, point-to-point topology, mesh network, star topology, ring topology, bus topology, tree topology, cell topology) Transmission media (multi-wire cable, coaxial cable, fibre optic cable) ISO OSI reference model Physical interface standards (RS-232C, RS-422, RS-485) Fieldbus systems, GPIB (IEC-625 bus) , Measuring device buses

**\*USB Universal Serial Bus:\*** Bus structure Connection of the devices, transceiver, speed detection, signal coding Transfer types (control transfer, bulk transfer, isochronous transfer, interrupt transfer, data transfer with packages) Frames and micro-frames, speeds, speed conversion with hubs Descriptors and software Layer development tools Compliance test USB 3.0

**\*Digital filters:\*** Analogue filter Properties and characterization of digital filters Digital Filter (implementation, topologies, IIR filters and FIR filters) and forms Measurement value decimator, digital averaging filter, Gaussian filter Window functions, Gibbs phenomenon Realisation with MATLAB Advantages and disadvantages of digital filters

		<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	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz 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 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> <p>DIN 44300:1982-03 Informationsverarbeitung; Begriffe.</p> <p>DIN 44300-1:1995-03 Informationsverarbeitung - Begriffe - Teil 1: Allgemeine Begriffe.</p> <p>DIN 40900-12:1992-09 Graphische Symbole für Schaltungsunterlagen; Binäre Elemente.</p>
----	--------------------------	---

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92650	<b>Regelungstechnik A (Grundlagen)</b> Control engineering A (Foundations)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Regelungstechnik A (Grundlagen) (4 SWS)	5 ECTS
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 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>• 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	Vorlesung mit Übung: Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden) (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende		

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 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>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>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Robot mechanisms and user interfaces (2 SWS) Übung: UE RMI (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>	<p>M2 Engineering Core Modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222</p> <p>M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222</p> <p>M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (MEL) 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 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	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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 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 Produktentwicklung, Auswirkungen der Stückzahl und der Fertigungsverfahren, Entwicklungsbegleitende Kalkulation)</li> <li>• Wissen über nutzerzentrierte Produktentwicklung (Anthropometrie, Nutzerintegration in der Produktentwicklung, Mensch-Maschine-Schnittstellen, Beeinträchtigungen im Alter,</li> </ul>

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 Beitragsleister mittels lokaler Sensitivitätsanalysen; Beurteilung der Ergebnisse und ggf. anschließende Anpassung der Tolerierung der Bauteile; Transfer der Ergebnisse auf zeitabhängige Mechanismen (kinematische Systeme).
- Änderung der Gestaltung von Bauteilen, bedingt durch die Änderung der zu fertigenden Stückzahl der Baugruppe. Dies umschließt die folgenden Tätigkeiten: Bestimmung des konstruktiven Handlungsbedarfs; Anpassung der Gestaltung der Bauteile insbesondere hinsichtlich der fertigungsgerechten und der montagegerechten Gestaltung. Gestaltung der erforderlichen Werkzeuge zur Fertigung der Bauteile und Bewertung dieser bzgl. der resultierenden Kosten.

#### Analysieren

- Aufzeigen von Querverweisen zu den im Modul Produktionstechnik zu erwerbenden Kompetenzen über die Hauptgruppen der Fertigungsverfahren nach DIN 8580

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufzeigen von Querverweisen zu den im Modul Handhabungs- und Montagetechnik zu erwerbenden Kompetenzen über montagegerechtes Konstruieren</li> <li>• Aufzeigen von Querverweisen zu den im Modul Umformtechnik zu erwerbenden Kompetenzen über Fertigungsverfahren der Hauptgruppe Umformen nach DIN 8580</li> </ul> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Lern- bzw. Methodenkompetenz Befähigung zur selbständigen Gestaltung von Produkten und Prozessen gemäß erlernter Vorgehensweisen und Richtlinien sowie unter verschiedensten Design-for-X-Aspekten sowie zur objektiven Bewertung bestehender Produkte und Prozesse hinsichtlich gestellter Anforderungen des Design-for-X.</p> <p>Selbstkompetenz Befähigung zur selbständigen Arbeitseinteilung und Einhaltung von Meilensteinen. Objektive Beurteilung sowie Reflexion der eigenen Stärken und Schwächen sowohl in fachlicher (u. a. Umsetzung der gelehrten Richtlinien des Design-for-X in der Konstruktion) als auch in sozialer Hinsicht (u. a. Erarbeitung von Lösungen und Kompromissen im interdisziplinären Team).</p> <p>Sozialkompetenz Die Studierenden organisieren selbstständig die Bearbeitung von Übungsaufgaben in kleinen Gruppen und erarbeiten gemeinsam Lösungsvorschläge für die gestellten Übungsaufgaben. In der gemeinsamen Diskussion erarbeiteter Lösungen geben Betreuer und Kommilitonen wertschätzendes Feedback.</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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97190	<b>Technische Schwingungslehre</b> Mechanical vibrations	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Kai Willner	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Charakterisierung von Schwingungen 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 Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen verschiedene Methoden die Bewegungsdifferentialgleichungen diskreter Systeme aufzustellen.</li> <li>• Die Studierenden kennen verschiedene Schwingungsarten und Schwingertypen.</li> <li>• Die Studierenden kennen die Lösung für die freie Schwingung eines linearen Systems mit einem Freiheitsgrad und die entsprechenden charakteristischen Größen wie Eigenfrequenz und Dämpfungsmaß.</li> <li>• Die Studierenden kennen eine Reihe von analytischen Lösungen des linearen Schwingers mit einem Freiheitsgrad für spezielle Anregungen.</li> <li>• Die Studierenden kennen die Darstellung eines Systems in physikalischer Darstellung und in Zustandsform.</li> <li>• Die Studierenden kennen die Darstellung der allgemeinen Lösung eines linearen Systems mit mehreren Freiheitsgraden in Zustandsform.</li> </ul>	

- 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.
- 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.
- Die Studierenden können aus den Eigenwerten und -vektoren die Fundamentalmatrix bestimmen und für gegebene Anfangsbedingungen die Lösung des freien Systems bestimmen.
- Die Studierenden können ein lineares System mit mehreren Freiheitsgraden modal reduzieren.
- 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.

#### Analysieren

- Die Studierenden können problemgerecht zwischen physikalischer Darstellung und Zustandsdarstellung wählen und die entsprechenden Verfahren zur Bestimmung der Eigenlösung und gegebenenfalls der partikulären Lösung einsetzen.

#### Evaluieren (Beurteilen)

		<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	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<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>. 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>Technische Schwingungslehre (Prüfungsnummer: 71901)  Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90, benotet</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: 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	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Marion Merklein
5	<b>Inhalt</b>	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.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz Wissen Die Studierenden erwerben Wissen über die Grundlagen der Umformverfahren.</p> <p>Verstehen Die Studierenden können verschiedene Umformverfahren beschreiben sowie anhand verschiedener Kriterien vergleichen.</p> <p>Anwenden Die Studierenden sind in der Lage, das vermittelte Wissen zur Lösung konkreter umformtechnischer Problemstellungen anzuwenden.</p> <p>Analysieren 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 Prüfungsdauer: 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>• 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>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: AI in Medical Robotics (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr.Ing. Christian-Peter Kunz Prof. Dr. Franziska Mathis-Ullrich Dr.Ing. Ramy Zeineldin	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Franziska Mathis-Ullrich 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 Medical Engineering Core Modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische 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>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96837	<b>A look inside the human body - gait analysis and simulation</b>	<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 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 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: 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>	

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	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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 biologischer 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 die werkstoffwissenschaftlichen Kennwerte und Modelle, die zur Beschreibung des mechanischen Verhaltens eines Materials erforderlich sind, erläutern und gezielt anwenden ; 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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44200	<b>Computational Neurotechnology / Numerische Neurotechnologie</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222 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	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

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 Wissen 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 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 Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können den Unterschied zwischen direkter, plastischer Füllungstherapie und indirekten, prothetischen Restaurationen diskutieren.</li> <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> 149391	<b>Einführung in die Biomedizinische Technik</b> Introduction to biomedical engineering (EBMT)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Einführung in die Biomedizinische Technik (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende		

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Ben Fabry	
5	<b>Inhalt</b>	In der Veranstaltung wird eine Einführung in die verschiedenen Bereiche der Biomedizinischen Technik gegeben. Der Schwerpunkt liegt auf den physikalischen Grundlagen diagnostischer und therapeutischer Verfahren und Geräte.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden <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>	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>	mündlich	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (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	
16	<b>Literaturhinweise</b>		

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47632	<b>Gait analysis and simulation+</b>	<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, WiSe 2023)	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. 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>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92345	<b>Human-centered mechatronics and robotics</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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 Biomechanical models</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Elastic actuators</li> <li>◦ Control methods Cognitive and physical human-robot interaction Empirical research methods</li> <li>◦ Research process and experiment design</li> <li>◦ Research methods, interferences, and ethics System integration and fault treatment The exercise will combine simulation sessions and a flip-the-classroom seminar where student groups present recent research papers and discuss them with all attendees.</li> </ul> </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>• 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 Medical Engineering Core Modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222 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>	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> 44157	<b>Interfacing the Neuromuscular system: Applications for Human/Machine Interfaces and Neurophysiology</b>	<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. Alessandro Del Vecchio	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Module: Principles of Neural control of movement and neuroengineering How the central nervous system controls muscle forces; Neurons, upper and lower motoneurons, Cortical and brainstem function, Interneurons and Motor Units. Neuroengineering applications for studying the neural control of movement; invasive and non-invasive recordings, electrical stimulation of the nervous system.</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>	<p>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.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>No compulsory prerequisites. Recommended: Basic biology and neurophysiology, Computer programming (Matlab and/or Python), Biosignal processing.</p>	

8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222 M7 Flexible budget Faculty of Engineering and Economy (MER) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur Written examination.
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (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>	
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	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	PD Dr. Stephan Wolf
5	<b>Inhalt</b>	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.
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 Wissen 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 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 Lernende können die Bioaktivität/Biokompatibilität von verschiedenen Materialien vorhersagen, auf Basis von verallgemeinerten Konzepten.</p> <p>Evaluieren (Beurteilen) Auf Basis einer detaillierteren Betrachtung der Lösungsschemie können Lernende die Aussagekraft von Bioaktivitätstest hinterfragen, bewerten und validieren.</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
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>	

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) Vorlesung: Medizintechnik I (Biomaterialien) (2 SWS)	2,5 ECTS 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 Hartgewebe</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 Englisch	

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><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	

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>	<p>Die Studierenden</p> <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>	M7 Flexibles Budget Technische Fakultät Master of Science Medizintechnik 20182 Flexibles Budget / Flexible budget Master of Science Medizintechnik 20222 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	



1	<b>Modulbezeichnung</b> 960259	<b>Polymerwerkstoffe in der Medizin (MT)</b> Polymers for medical applications	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Polymer Materials for Medical Applications (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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 46100	<b>Scannen und Drucken in 3D</b> Scanning and printing in 3D	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: SD3D (3 SWS)	-
3	Lehrende	Olfa D'Angelo	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	PD 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: 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>- Gregor Honsel, Rapid Manufacturing</li> <li>- Lee Goldmann, Principles of CT and CT Technology</li> </ul>



1	<b>Modulbezeichnung</b> 95891	<b>Surfaces of Biomaterials</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Sannakaisa Virtanen	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Einleitung und Motivation  Strukturkompatibilität vs. Oberflächenkompatibilität  Grundlagen zu Oberflächen: Physik und Chemie von Oberflächen (und Relevanz zu biomedizinischen Anwendung)  Oberflächenspannung und Benetzbarkeit, Oberflächenladungen  Oxidschichten auf metallischen Implantatwerkstoffen  Einfluss von Körperflüssigkeit auf Oberflächenchemie  Biologisches Verhalten von Oberflächen  Proteinadsorption auf Oberflächen  Zell-Werkstoff-Wechselwirkung  Einfluss von Biologie auf das Werkstoffverhalten  Modifikation von Oberflächen von Werkstoffen in der Medizin  Charakterisierung von Oberflächen von Werkstoffen in der Medizin  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  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 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.</li> <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: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Masterprüfung Master of Science Medizintechnik 2013 M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 2022
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> 45431	<b>Technische Akustik</b> Machine acoustics	<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>	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 lärmarmer 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>	Modul: Strömungsmechanik (Empfehlung) Modul: Technische Akustik (Empfehlung) Modul: Thermodynamik (Empfehlung)	
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>	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>	
16	<b>Literaturhinweise</b>	

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	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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> <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 Englisch
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: Röntgenfilme, Computertomographie, Kernspintomographie, Nulearmedizin, optische Kohärenztomographie, Bewertung von Diagnosesystemen.</p> <p>Werkstoffe und Verfahren der medizinischen Diagnostik II: 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>	

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>	

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>	Prof. Dr. Michael Thoms	
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>		

1	<b>Modulbezeichnung</b> 95892	<b>Werkstoffoberflächen in der Medizintechnik</b> Materials surfaces in medical technology	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Sannakaisa Virtanen	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Physikalisch-chemische Grundlagen zu Oberflächen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oberflächenenergie</li> <li>• Oberflächenladungen</li> <li>• Werkstoff/Elektrolyt-Grenzflächen</li> </ul> <p>Wechselwirkungen zwischen Werkstoffoberflächen und der biologischen Umgebung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proteinadsorption</li> <li>• Zelladhärierung</li> </ul> <p>Modifikation von Werkstoffoberflächen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• chemische, strukturelle und biologische Methoden</li> </ul> <p>Charakterisierung von Oberflächen</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studenten können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Wechselwirkungen zwischen Werkstoffoberflächen und einer biologischen Umgebung erläutern.</li> <li>• Möglichkeiten aufzeigen um Oberflächeneigenschaften für spezifische Anwendungen zu optimieren.</li> <li>• Methoden der Oberflächencharakterisierung benennen und erklären.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1;2	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222</p> <p>Für Bachelorstudierende kann die Vorlesung "Surfaces of Biomaterials / Oberflächen von Biomaterialien" belegt werden.</p>	
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>	<p>Präsenzzeit: 30 h</p> <p>Eigenstudium: 45 h</p>	

14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch oder Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 464778	<b>Zell-Werkstoff-Wechselwirkungen (MT)</b> Cell-Materials-Interactions	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

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 Englisch	
16	<b>Literaturhinweise</b>		

# M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (GPP)

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47679	<b>Advanced Upper-Limb Prosthetics</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Upper-Limb Prosthetics This Semester ONLY ONLINE. All relevant material can be found on StudOn. (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Claudio Castellini	

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>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medical Engineering specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 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>• *[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> 47545	<b>Biomaterialien für Medizinische Implantate</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Biomaterialien für Medizinische Implantate (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Alexander Rzany Prof. Dr. Bernhard Hensel	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Bernhard Hensel	
5	<b>Inhalt</b>	Biomaterialien, die in medizinischen Implantaten (Herzschrittmacher vaskuläre Implantate, Knochenimplantate, ...) und auch extrakorporalen Geräten (Kontaktlinsen, Dialysesysteme, ...) eingesetzt werden und dort in Kontakt mit Gewebe oder biologischen Flüssigkeiten stehen. Es wird auf Anwendungsfelder und Anforderungsprofile eingegangen. Es werden Grundlagen und spezifisches Wissen über Biomaterialien der Gruppen Metalle, Keramiken und Polymere vermittelt und auf gezielte Oberflächenmodifizierungen und Oberflächenfunktionalisierungen eingegangen. An konkreten Beispielen wird auch Einblick in die täglichen Herausforderungen und Anforderungen in der industriellen Forschung und Entwicklung gegeben.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden lernen wie synthetische Materialien in medizinischen Implantaten angewendet werden und welche Anforderungsprofile von Biomaterialien für den Einsatz im Körper bestehen. Schwerpunkte sind die Wechselwirkungen zwischen biologischem System und synthetischem Biomaterial, Konzepte zur Optimierung von Biomaterialien und Verfahren zur Prüfung der Interaktion von Biomaterialien mit dem biologischen Umfeld.	
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 (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222 Die Teilnahme an der Vorlesung Kardiologische Implantate oder einer Vorlesung zu Werkstoffen für die Medizin wird empfohlen.	
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>	Deutsch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	Material und Informationen in STUDON:	

<https://www.studon.fau.de/campo/course/326432>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47480	<b>Biomaterialien für Tissue Engineering</b> Biomaterials for Tissue Engineering	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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: 1

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 Englisch
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>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Computational Medicine I (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Marion Semmler PD Dr.Ing. Stefan Kniesburg 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 Stimmstehungsprozesses dargestellt, der strömungs- und strukturmechanische sowie akustische Aspekte umfasst. Die große Herausforderung in der Stimmforschung ist dabei, dass der Stimmstehungsprozess 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: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222</p> <p>M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222</p>

		M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (MEL) 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
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch Deutsch oder Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97277	<b>Geometrische numerische Integration</b> Geometric numerical integration	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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 Wissen The students are familiar with Lagrange systems and Hamiltonian systems and Hamilton's principle know the terms ordinary differential equation and analytic solution are familiar with consistency and convergence of a discrete evolution know standard integrators to solve ordinary differential equations numerically (Runge-Kutta methods, collocation methods, composition and splitting methods) know symmetric integrators are familiar with the terms first integrals and quadratic invariants are familiar with Noether's theorem and symplecticity of the Hamilton flow know symplectic integrators/variational integrators know conservation properties of symplectic/variational integrators are familiar with variational error analysis and backward error analysis</p> <p>Anwenden The students derive Lagrange- and Hamilton's equations</p>

		determine invariants of dynamical systems implement numerical integrators and solve the ordinary differential equations numerically analyse the numerical solutions regarding accuracy, conservation of invariants, convergence, symmetry
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medical Engineering specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30
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> <li>• J. E. Marsden and M. West, Discrete mechanics and variational integrators. Acta Numerica, 2001.</li> <li>• E. Hairer, C. Lubich and G. Wanner. Geometric numerical integration illustrated by the StörmerVerlet method. Acta Numerica, 2003.</li> <li>• E. Süli and D. F. Mayers, An Introduction to Numerical Analysis. Cambridge University Press, 2003.</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97086	<b>Gießereitechnik 1</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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 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> <li>• Wissen über die Einordnung des Feingusses nach dem Wachsausschmelzverfahren sowie über die Möglichkeiten und</li> </ul>

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 Umwelanforderungen
- 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 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.

Ebenso sind sie fähig potentielle Ansatzpunkte für eine nachhaltigere Gießprozessentwicklung zu identifizieren und mögliche Umsetzung anhand der gegebenen Rahmenbedingungen umzusetzen.

#### Erschaffen

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

		<p>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 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 Befähigung zur selbständigen Arbeitseinteilung. Objektive Beurteilung sowie Reflexion der eigenen Stärken und Schwächen in fachlicher Hinsicht.</p> <p>Sozialkompetenz Die Studierenden organisieren selbstständig die Bearbeitung von Übungsaufgaben in kleinen Gruppen und erarbeiten gemeinsam Lösungsvorschläge für die gestellten Übungsaufgaben. In der gemeinsamen Diskussion erarbeiteter Lösungen geben Betreuer und Kommilitonen konstruktive Rückmeldungen.</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 (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel Klausur, Dauer (in Minuten): 120
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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97121	<b>Handhabungs- und Montagetechnik</b> Industrial handling and assembly technology	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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: 1	
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	Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack 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><b><u>Fachkompetenz</u></b></p> <p><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 Termini, Definitionen, Verfahren und Merkmale in den folgenden Bereichen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wissen über den zu verinnerlichenden Grundgedanken der IPE mit den vier Aspekten Mensch, Methodik, Technik und Organisation sowie deren Zusammenspiel</li> <li>• 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</li> <li>• Wissen über Methoden die für die genannten Punkte eingesetzt werden können: Prozessmodellierung mittels Netzplantechnik, Architektur integrierter Informationssysteme (ARIS), erweiterte ereignisgesteuerte Prozessketten (eEPK),</li> </ul>	

Strucutred 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-Passiv Grid, ermitteln Zukunftsprognosen für jeden SF und erzeugen daraus die einzelnen Szenarien. Die Ergebnisse werden präsentiert und diskutiert.
- 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.
- 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.

#### **Lern- bzw. Methodenkompetenz**

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.

#### **Selbstkompetenz**

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).

#### **Sozialkompetenz**

Die Studierenden organisieren selbstständig die Bearbeitung von Übungsaufgaben in kleinen Gruppen und erarbeiten gemeinsam Lösungsvorschläge für die gestellten Übungsaufgaben. In der gemeinsamen Diskussion erarbeiteter Lösungen geben Betreuende und Mitstudierende wertschätzendes Feedback.

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 (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>	

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		

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>	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: 1	
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>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Bernhard Hensel
5	<b>Inhalt</b>	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. Zum Abschluss werden Aspekte der kommerziellen Verwertung von Erfindungen durch Patente erläutert.
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. 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> <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: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur Klausur, 60 Minuten elektronische Prüfung, über 75% MultipleChoice
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*]  "Konstruieren mit Kunststoffen" stellt wichtige Aspekte für die Konstruktion von Bauteilen mit Kunststoffen dar.  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*]  "Technologie der Faserverbundwerkstoffe" stellt die einzelnen Komponenten (Faser und Matrix), die Auslegung, Verarbeitungstechnologie, Simulation und Prüfung mit Fokus auf Faserverbundkunststoffe vor.  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> <li>• Gestaltung und Verbindungstechnik</li> <li>• Simulation</li> <li>• Mechanische Prüfung und Inspektion</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kennen die Begrifflichkeiten und Definitionen für die Konstruktion mit Kunststoffen.</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <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>	G.W. Ehrenstein: Mit Kunststoffen konstruieren - Eine Einführung; Hanser Verlag München Wien; ISBN 3-446-21295-7 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> Forming technologies: Machines and tools	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Marion Merklein
5	<b>Inhalt</b>	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.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Fachkompetenz Wissen <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: 1
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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47650	<b>Medizintechnische Anwendungen der Photonik</b> Photonics for medical applications	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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-Keratomiileusis (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> <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: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222 M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (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 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.Fluorezenzangiographie 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> 96841	<b>Multiphysics Systems and Components</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222	

		M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (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 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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 42935	<b>Optical diagnostics in energy and process engineering</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Optical Diagnostics in Energy and Process Engineering (2 SWS) Übung: CBI-Optical Diagnostics in Energy and Process Engineering (Exercise) (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Franz Huber	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr.-Ing. Franz Huber 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> <li>• are qualified to perform applied and fundamental research and development tasks in industry and at university in the field of</li> </ul>	

		optical measurement techniques for thermodynamic / energy processes
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: 1
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 Dr.-Ing. 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> <li>• können verschiedene technische Ansätze im Hinblick auf wissenschaftlich Fragestellungen vergleichen und bewerten</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <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: 1
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>	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</li> </ul>

über grundlegende Mikroskopieverfahren und neuesten technischen Entwicklungen

- Bruce Alberts: Molecular Biology of the Cell, 4th Edition, New York, Garland Science Publisher. Standardlehrwerk für die Zellbiologie.
- Ulrich Kubitschek: Fluorescence Microscopy: from Principles to Biological Applications, Wiley-VCH Verlag.
- Douglas Chandler & Robert Roberson: Bioimaging: Current Concepts in Light and Electron Microscopy, Jones and Bartlett Publishers.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47624	<b>Photonics in Medical Technology</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Photonics in Medical Technology (2 SWS) Übung: Photonics in Medical Technology Exercises (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>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medical Engineering specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 46900	<b>Kunststofftechnik - Technologie der Verbundwerkstoffe</b> Technologie der Verbundwerkstoffe	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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>• Verstärkungsfasern</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 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>	<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> Forming and process technologies	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Umformverfahren und Prozesstechnologien (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Marion Merklein Dr.-Ing. Michael Lechner	

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>	Wissen <ul style="list-style-type: none"> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Die Studierenden sind in der Lage, das erworbene Wissen anzuwenden um unter Berücksichtigung anforderungsspezifischer Randbedingungen ein geeignetes Umformverfahren auszuwählen und entsprechende Prozesstechnologien einzusetzen. Evaluieren Die Studierenden sind in der Lage den Einsatz verschiedener Umformverfahren und Technologien zu begründen und deren Potential zu bewerten. Die Studierenden können zudem die jeweiligen Prozesse beschreiben und relevante Kenngrößen einordnen.</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>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur Klausur, Dauer (in Minuten): 60	
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	



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	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	PD Dr.Ing. Miroslaw Batentschuk
5	<b>Inhalt</b>	<p>Meilensteine in der Medizin.  Funktionsweise von diversen Systemen zur Diagnostik und daraus folgende Anforderungen an Werkstoffe für Detektoren.  Herstellung und Optimierung von Werkstoffen für Detektoren in bildgebenden Systemen (Röntgen- und Ultraschall-Diagnostik).  Wechselwirkung ionisierender Strahlung mit Halbleitern und Isolatoren (praxisorientierte Aspekte).  Laser in der Medizin: Funktionsweise und Materialien.  Elektroden und Beschichtung von Herzklappen.  Bestrahlung mit Schwerionen in der Krebsmedizin, Materialien und Methoden.  Leuchten im medizinischen Arbeitsbereich: Anforderungen, Materialien, neueste Entwicklungen.  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: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222 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>	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>	

# 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, Teil I, Neurophysiologie (2 SWS)	-
3	Lehrende	Dr. Jana Dahlmanns Dr. rer. nat. Konstantin Tziridis Prof. Dr. Christian Alzheimer Prof. Dr. Peter Soba PD Dr. Tobias Huth Prof. Dr. Alexey Ponomarenko apl.Prof.Dr. Clemens Forster	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Jana Dahlmanns 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 Medizinische Vertiefung / Medical specialisation modules 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>	

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

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Iwona Cicha	
5	<b>Inhalt</b>	<p>The special focus of the module 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>	<p>In this module, 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.</p>	
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 taking this module.</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>	<p>M1 Medical specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222  M1 Medical specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222  M1 Medizinische Vertiefungsmodule Master of Science Medizintechnik 20222</p>	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>Variabel  Written exam, 60 min.</p>	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	<p>Präsenzzeit: 30 h  Eigenstudium: 45 h</p>	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	

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

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47664	<b>Fundamentals in Anatomy and Physiology for Engineers</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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 20222 M1 Medical specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 Medizinische Vertiefung / Medical specialisation modules Master of Science Medizintechnik 20222 Written exam, 90 min.	
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>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

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 Vertiefung Master of Science Medizintechnik 20182 M1 Medical specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M1 Medical specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 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: 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>INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Radiation Oncology Physics, , IAEA, Vienna (2005)</p> <p>W. Schlegel, C.P. Karger und O. Jäkel: Medizinische Physik: Grundlagen Bildgebung Therapie Technik; ISBN 978-3-662-54800-4</p> <p>Peter Metcalfe, Tomas Krone, Peter Hoban: The Physics of Radiotherapy X-Rays from Linear Accelerators, Medical Physics Publishing, 1997</p> <p>Hanno Krieger: Grundlagen der Strahlungsphysik und des Strahlenschutzes, Springer 2012</p> <p>Hanno Krieger: Strahlungsquellen für Technik und Medizin, Springer 2013</p> <p>Hanno Krieger: Strahlungsmessung und Dosimetrie, Springer 2013</p> <p>INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Diagnostic Radiology Physics, IAEA, Vienna (2014)</p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47703	<b>Introduction to simulation, network and data analysis in Medical Systems Biology</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Introduction to simulation, network and data analysis in Medical Systems Biology ( SWS) Please contact the lecturer to inquire about time and date of the lecture and to register.	-
3	Lehrende	Prof. Dr. Julio Vera González	

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 Medical specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M1 Medical specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 M1 Medizinische Vertiefungsmodule Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich Oral exam, 30 min.	
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>	
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47697	<b>Jüngste Entwicklungen der Medizinischen Systembiologie/Advances in Medical Systems Biology (AdvMedSys)</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Jüngste Entwicklungen der Medizinischen Systembiologie I (AdvMedSys1) (3 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 Medical specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M1 Medical specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 M1 Medizinische Vertiefungsmodule Master of Science Medizintechnik 20222	

		Oral exam, 30 min.
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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47688	<b>Lab class on medical physics in radiation therapy</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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>	Students operate medical devices such as linear accelerators or CTs to acquire data as part of quality assurance routines or of phantoms analyse the measured data by applying the knowledge they gained by preparing for the lab and/or the lecture of MEDPHYS-I report their findings in a structured lab report	
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 Medical specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M1 Medical specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 M1 Medizinische Vertiefungsmodule 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> 47644	<b>Medical Device Regulation</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Kurs: Medical Device Regulation (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Lisa Walter	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Victoria Goldberg
5	<b>Inhalt</b>	<p>*Content*</p> <p>In order to introduce a medical device into the market, it is essential not only to have the technical knowledge of the production process but also the rules and regulations of the entire product life cycle. As medical devices are products that have a medical purpose and are intended for the use of humans, manufacturers have to adhere to strict legal requirements. Consequently, knowledge of this evermore complex subject matter of medical device regulation is indispensable for any successful and competitive market entry. In order to receive 2.5 ECTS, you have to take part in 6 seminar days. The first two seminar days, which are offered every semester, are mandatory for students. If you prefer to join a course in the following semester, you can do so, but it is advisable to complete the seminar within one semester.</p> <p>The seminar topics for the winter semester:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to the medical device law</li> <li>• Risk management in Medical Engineering</li> <li>• Clinical Evaluation</li> <li>• Medical Products in the Market, in Operation and Application</li> <li>• Software for Medical Products</li> <li>• Introducing eMaps</li> </ul> <p>The seminar topics for the summer semester:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to the medical device laws</li> <li>• Risk management system in Medical Engineering</li> <li>• Medical device regulation</li> <li>• Digital Health</li> <li>• Other countries, other customs</li> <li>• Usability Engineering for Medical Devices</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>*Learning Outcomes:*</p> <p>The participants reflect the most important and decisive regulations in the legal framework of medical devices. They explain the conditions, relationships and dependencies between the corresponding guidelines, laws and standards. You will be able to apply the newly acquired knowledge to take timely, necessary measures to comply with the legal requirements.</p>
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 20222

		M1 Medical specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 M1 Medizinische Vertiefungsmodule Master of Science Medizintechnik 20222 Written exam, 120 minutes.
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>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

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	Andreas Grings 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> <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.</p>	
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 Medical specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M1 Medical specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 M1 Medizinische Vertiefungsmodule Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel <b>First exam attempt only available in WS; SS exam only for mandatory repeat exam.</b>
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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 94385	<b>Medizinische Biotechnologie (Vertiefung)</b> Focus Module: Medical Biotechnology	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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/biomechanics 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> <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> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <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> <p>Prerequisites: Bachelor study course in Medical Technologies, Biomedical Engineering, or similar</p>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M1 Medical specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M1 Medical specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 M1 Medizinische Vertiefungsmodule 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>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Movement Neuroscience: Connections between the Brain and Muscles in Humans (3 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Marius Oßwald 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 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, 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 Recording electrophysiological data in humans; examples of EMG and EEG recordings.</p> <p>Module: Oscillations in neuronal networks Coherence analysis; Common synaptic input to populations of neurons; Noise in the nervous system; Associations between EEG and EMG signals; Startle responses</p> <p>Module: Simulation of muscle forces from the firing of individual motoneurons Motor unit model, HodgkinHuxley model, Muscle Properties</p> <p>Module: EMG signals in Neural Pathologies Parkinsons and Spinal Cord Injury, Motor unit analysis in neurodegenerative and neurotraumatic diseases.</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>	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 Vertiefung Master of Science Medizintechnik 20182 M1 Medical specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M1 Medical specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 M1 Medizinische Vertiefungsmodule Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel Online exam (60 min.)
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>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>- 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></p> <p>-Principles of Neuroscience from Eric R. Kandel, MD</p> <p>-Motor unit from Heckman and Enoka, DOI: 10.1002/cphy.c100087</p> <p>-Surface Electromyography, Physiology, Engineering, and Applications Edited by Roberto Merletti and Dario Farina</p> <p>-Ibanez et al. 2021 J Neurosci <a href="https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2908-20.2021">https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2908-20.2021</a></p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47689	<b>Special topics of medical physics in radiation therapy</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof.Dr.rer.nat Christoph Bert
5	<b>Inhalt</b>	The lecture within the module focuses on special subjects of medical physics in radiation oncology. Among them are management of organ motion (focusing on respiratory motion) in imaging and treatment, brachytherapy, i.e. treatment based on sealed radioactive materials that are inserted into/close to the target volume, and ion beam therapy, i.e. the treatment using protons or carbon ions which required a dedicated infrastructure w.r.t. treatment delivery but also treatment planning.
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 Medical specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M1 Medical specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 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 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> 93873	<b>Advanced Deep Learning</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Advanced Deep Learning (2 SWS) Übung: Advanced Deep Learning Exercises (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof.Dr.Ing. Katharina Breininger Dr.-Ing. Vincent Christlein	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof.Dr.Ing. Katharina Breininger	
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 or TPUs).</p> <p>In this course we will explore advanced deep learning methods. In particular, we will aim to develop a deeper understanding of topics beyond SGD optimization, CNNs and simple RNN networks, for example: attention in neural networks, self- and unsupervised learning, representation learning, multi-task and multi-modal learning, as well as diffusion and energy-based models. The selection of topics will be continuously adapted to reflect current research interests at high-impact conferences like CVPR, ICCV/ECCV, NeurIPS, ICLR and ICML. The goal of this is course is to develop both a sound theoretical understanding of these approaches and identify areas of application for these advanced techniques. This will be complemented by programming exercises to facilitate an in-depth understanding. Where suitable, we will further discuss ethical and societal implications of the discussed machine learning methods.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>By the end of this course, students will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand advanced techniques in deep learning</li> <li>• identify a suitable approach as well as its benefits and shortcomings</li> <li>• discuss the technical requirements of different approaches</li> <li>• read and discuss recent papers in the discipline</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>We strongly recommend students to have acquired a thorough understanding of fundamental Machine Learning and Deep Learning techniques, e.g., from the lecture + exercises "Deep Learning".</p> <p>Furthermore, programming experience in Python and Pytorch will be necessary to complete the exercises.</p>	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222</p> <p>M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222</p>	

10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Übungsleistung mündlich (30 Minuten)
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>	

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: Computer Exercises (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 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 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: 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: CGTut (1 SWS) Vorlesung: Computer Graphics (3 SWS)	1,25 ECTS 3,75 ECTS
3	Lehrende	Linus Franke Laura Fink 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: 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 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> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <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 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) 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 Englisch

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>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Data Science Survival Skills (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	René Groh 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>	<p>M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222</p> <p>M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222</p> <p>M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222</p> <p>M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222</p>	
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 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>	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: DL E (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier Zijin Yang Leonhard Rist	

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. 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> <li>• autonomously design deep learning techniques and prototypically implement them,</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <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 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M2 Engineering Core Modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 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>	<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> <li>• verstehen die Beschreibungsmethoden von Multiraten-Systemen und wenden diese zur Beschreibung von Filterbänken an</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <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 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 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>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	*Empfohlene Literatur/ Recommended Reading:*  *1.* J.G. Proakis, D.G. Manolakis: Digital Signal Processing. 4th edition. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 2007.  *2.* A.V. Oppenheim, R.V. Schaffer: Digital Signal Processing. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1975.

\*3.\* K.D. Kammeyer, K. Kroschel: Digitale Signalverarbeitung: Filterung und Spektralanalyse mit MATLAB®-Übungen . 8. Aufl. Teubner, Stuttgart, 2012

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93510	<b>Digitale Übertragung</b> Digital communications	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 575129	<b>Functional Analysis for Engineers</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Exercises: Functional Analysis for Engineers 3 (2 SWS)	2,5 ECTS
		Vorlesung mit Übung: Functional Analysis for Engineers (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Riccarda Scherner-Grießhammer Souryadeep Saha 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. Furthermore, students execute applications in solving partial differential equations. 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 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 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>	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: GMTut (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. 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> <li>• berechnen Bezierkurven und B-Splines</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <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 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) 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 Johannes Kliemt	

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 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. The e-learning course HETRON for the exploitation of parallel and heterogeneous computer architectures) focuses on two main topics which are closely related to each other. This concerns on one side the benefits of using different kinds of multi-core processors and parallel architectures built-up on base of these multicore processors. These architectures differ among each other in the number and in the complexity of its single processing nodes. We distinguish between systems consisting of a large number of simpler, so called fine-grained, processor cores vs. systems consisting of a smaller number of more complex, so called coarse-grained, processor cores.</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 this requires the use of parallel programming languages and environments, like CUDA or OpenMP. However, besides these questions of using the right syntax and the right compiler switches to optimize a parallel program it is a pre-requisite to understand how</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 with parallel computing and (iii) in what context stand these mechanisms to heterogeneous architectures. In other words it handles the question which architecture is the best one for a certain parallelization technique. To teach these three topics, is one main goal we pursuit with the course HETRON, and of course, this more fundamental basics of heterogeneous and parallel computing have to be proven by means of concrete application examples to deepen the acquired knowledge about heterogeneous architectures and parallel computing principles.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>...verstehen die Notwendigkeit sowie grundlegende Anwendungsfälle für heterogene Rechnerarchitekturen.</li> <li>...können den grundlegenden Aufbau und das Zusammenspiel der Komponenten heterogener Rechnerarchitekturen erklären.</li> <li>...erläutern grundsätzliche Parallelisierungsprinzipien wie Amdahls Law, High-Performance- und High-Throughput-Computing sowie Parallelisierungsstrategien.</li> <li>...können einfache Programme mit Hilfe der vermittelten Parallelisierungsprinzipien (Amdahls Law, High-Performance- und High-Throughput-Computing) analysieren und entsprechende Parallelisierungsstrategien entwickeln.</li> <li>...erklären den Aufbau sowie Stärken und Schwächen von verschiedenen Architekturen wie CPUs, GPUs, Many-Core Prozessoren und FPGAs.</li> <li>...implementieren ausgewählte Anwendungsbeispiele (SHA256 Algorithmus, Ising-Modell und Fast-Fourier-Transformation) auf oben genannte Architekturen.</li> <li>...erforschen und bewerten verschiedener Parallelsierungstechniken in Abhängigkeit der Anwendung und der Architektur.</li> <li>...erläutern die Grundlagen des Grid- und Cloud-Computings</li> <li>...sind in der Lage parallele Berechnungen (SHA256) im Grid umzusetzen.</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>M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222</p> <p>M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) 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>	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>	

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	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> <p>15. Lossy source coding: transform coding and JPEG compression</p> <p>--</p> <p>1. Einleitung: Binomialverteilung, (7,4)-Hamming-Code, Paritätsmatrix, Generatormatrix</p> <p>2. Wahrscheinlichkeit, Entropie und Inferenz: Entropie, bedingte Wahrscheinlichkeit, Bayessches Gesetz, Likelihood, Jensensche Ungleichung</p> <p>3. Inferenz: Inverse Wahrscheinlichkeit, statistische Inferenz</p> <p>4. Das Quellencodierungstheorem: Informationsgehalt, typische Folgen, Tschebyschevsche Ungleichung, Gesetz der großen Zahlen</p> <p>5. Symbolcodes: eindeutige Dekodierbarkeit, mittlere Codewortlänge, präfixfreie Codes, Kraftsche Ungleichung, Huffmancodierung</p>

		<p>6. Stromcodes: arithmetische Codierung, Lempel-Ziv-Codierung, Burrows-Wheeler-Transformation</p> <p>7. Abhängige Zufallsvariablen: Transinformation, Datenverarbeitungslemma</p> <p>8. Kommunikation over gestörte Kanäle: diskreter gedächtnisloser Kanal, Kanalcodierungstheorem, Kanalkapazität</p> <p>9. Das Kanalcodierungstheorem: verbundtypische Folgen, Beweis des Kanalcodierungstheorems, Beweis des Umkehrsatzes, symmetrische Kanäle</p> <p>10. Fehlerkorrigierende Codes und reale Kanäle: AWGN-Kanal, mehrdimensionale Gaußsche WDF, Kapazität des AWGN-Kanals</p> <p>11. Binäre Codes: Minimaldistanz, perfekte Codes, Warum perfekte Codes schlecht sind, Warum Distanz nicht alles ist</p> <p>12. Nachrichtenaustausch: verteiltes Zählen, Pfadzählen, günstigster Pfad, Minimumsummenalgorithmus</p> <p>13. Exakte Marginalisierung in Graphen: Faktorgraph, Summenproduktalgorithmus</p> <p>14. LDPC-Codes: Dichteevolution, Knotenordnung, reguläre und irreguläre Codes, Graphumfang</p> <p>15. Verlustbehaftete Quellencodierung: Transformationscodierung und JPEG-Kompression</p>
6	<p><b>Lernziele und Kompetenzen</b></p>	<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. Kommunikationssysteme entwerfen sie unter Betrachtung von Entropie und Kanalkapazität. Sie berechnen diese Größen für gedächtnislose Quellen und Kanäle. Die Studierenden beweisen sowohl das Quellen- als auch das Kanalcodierungstheorem. Die Studierenden vergleichen verschiedenartige Quellencodierungsverfahren hinsichtlich Komplexität und Kompressionsrate. Die Studierenden verwenden Quellencodierverfahren zur Messung von Transinformation. Die Studierenden faktorisieren Funktionen mehrerer Veränderlicher, stellen diese als Graph dar und marginalisieren sie bezüglich mehrerer Veränderlicher. Die Studierenden erklären den Entwurf von Kanalcodes und den Einfluss der Minimaldistanz. Sie decodieren Kanalcodes gemäß maximaler Likelihood und Nachrichtenaustausch. Die Studierenden wenden verteilte Algorithmen auf Probleme der Nachrichtentechnik und des Alltagslebens an. Die Studierenden verbessern die Eigenschaften von LDPC-Codes durch Erhöhung des Umfangs und/oder durch irreguläre Knotenordnungsverteilungen. Die Studierenden transformieren Bildquellen zur Verbesserung verlustbehafteter Kompression in den Frequenzbereich.</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
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> <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.</p>	

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.

Furthermore, they describe and analyze transmission scenarios for the application of channel coding which consist of transmitter, transmission channel and receiver, taking into account the general assumptions for applying block codes or modeling the channels. They formulate mathematical descriptions of encoding, optimal decoding and sub-optimal methods.

Students illustrate the principles of error-correcting linear block codes and describe them mathematically using vectors and matrices over finite fields. They implement and analyze corresponding encoder and decoder structures, in particular syndrome decoders, and modify generator matrices, construct test matrices and create syndrome tables. They estimate the minimum Hamming distance of codes using bounds and are able to explain the coding gain that can be achieved in individual cases. They analyze and use example code families (e.g. Hamming codes, simplex codes, Reed-Muller codes).

		<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>	<p>Es ist hilfreich, wenn die Studierenden die erlernten Algorithmen in eine Programmiersprache (C, Matlab usw.) umsetzen können.</p> <p>It would be very helpful if the participants can implement the specified algorithms into a programming language (C, Matlab, etc.).</p>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222</p> <p>M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>schriftlich oder mündlich</p> <p>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.</p> <p>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.</p>

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: KI I - Ü (2 SWS) Vorlesung: Artificial Intelligence I (4 SWS)	- 7,5 ECTS
3	Lehrende	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. Sozialkompetenz</li> <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> <li>- Inferenz and Automatisiertes Theorembeweisen (DPLL-Varianten und PL1)</li> <li>- Classisches Planen</li> <li>- Planen und Agieren in der wirklichen Welt.</li> </ul> <p>---</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 an AI game-play challenge/competition (Kalah).</li> </ul> <p>Contents: Foundations of symbolic AI, in particular:</p>	

		<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>
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 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: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch 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). ISBN: 978-3-8273-7089-1.</p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 532733	<b>Künstliche Intelligenz II</b> Artificial intelligence II	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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>• Machinelles 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> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <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 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) 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> <p>ISBN: 978-3-8273-7089-1.</p> <p>Literature</p> <p>The course follows the following textbook: Stuart Russell and Peter Norvig: Artificial Intelligence: A Modern Approach. Prentice Hall, 3rd edition, 2009.</p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 428256	<b>Maschinelles Lernen für Zeitreihen</b> Machine learning for time series	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Maschinelles Lernen für Zeitreihen Übung (2 SWS) Vorlesung: Maschinelles Lernen für Zeitreihen (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Philipp Schlieper Dr. Dario Zanca Richard Dirauf Prof. Dr. Björn Eskofier	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Björn Eskofier Dr. Dario Zanca	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Aim of the lecture is to teach Machine learning (ML) and Deep Learning (DL) methods for a variety of time series applications. The following topics will be covered:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundamentals and an overview of applications of time series analysis.</li> <li>• Fundamentals of ML methods, such as Gaussian processes, State Space models, and Autoregressive models for time series.</li> <li>• Design, implementation and evaluation of ML methods in order to address time series problems.</li> <li>• Advanced DL methods for time-series, such as Convolutional, Recurrent, and Attention-based models.</li> <li>• Working with widely-used toolboxes that can be used for implementation of ML methods, such as Tensorflow or PyTorch.</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Students can describe concepts of time series problems and their wide applications in industry, medicine, finance, etc.</li> <li>• Students can explain concepts of ML/DL methods in general and tackling time series problems in particular</li> <li>• Students understand the characteristics of time series data and are capable of developing and implementing ML/DL methods to model, predict and manipulate such data in concrete problems</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	This is a specialisation lecture; successful completion of the lectures "IntroPR" and/or "Pattern Recognition" / "Pattern Analysis" is recommended. Concepts taught in "IntroPR" are assumed here as basic knowledge.	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 electronic exam (remote), 90 min.	

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>• Pattern recognition and machine learning. Christopher M. Bishop, Springer, 2006</li> <li>• The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction. Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman, Springer, 2009</li> <li>• Machine Learning: A Probabilistic Perspective. Kevin Murphy, MIT press, 2012</li> <li>• Deep Learning. Ian Goodfellow and Yoshua Bengio and Aaron Courville, MIT Press, 2016</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44050	<b>Optimierung für Ingenieure</b> Optimisation for engineers	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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 criteria</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 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222</p> <p>M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>Klausur</p> <p>Written Exam Open Book Online - 60 Minutes - all written material and all electronic devices are allowed</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> 44060	<b>Optimierung für Ingenieure mit Praktikum</b> Optimisation for engineers (with laboratory)	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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 criteria</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> <p><b>Programming Laboratory</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementation of optimization algorithms</li> <li>• Algorithmic optimization of test problems</li> <li>• Solving a benchmark problem</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> <li>• Students identify optimization routines written in a programming language.</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> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <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> <li>Students observe the behavior of common optimization algorithms applied to numerical test problems.</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> <li>Students plan and implement optimization algorithms in a programming language.</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 and lab programming works.</p> <p>Requires basic knowledge in the implementation of algorithms and data structures in a development environment.</p>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur Written Exam Open Book Online - 60 Minutes - all written material and all electronic devices are allowed Übungsleistung 5 ECTS: Written exam open book online based on the content of the lecture. 2.5 ECTS: Multiple choice online test based on the content of the programming laboratory. Both examinations can be done independently from each other.
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%) Übungsleistung (0%) The grade of the module equals the grade of the written exam.

		The multiple choice online test is only pass or fail and does not influence the grade of the module.
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
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>	<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	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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. 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 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</i></p>

		<p>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.</p> <p>In detail, the following topics are covered:</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	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<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 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> </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 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Portfolio <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>	<b>Weitere Informationen:</b>  <a href="https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/vorlesungen/parallele-systeme">https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/vorlesungen/parallele-systeme</a>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44120	<b>Pattern Analysis</b> Pattern analysis	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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. 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 Musteranalyse-Systemen sowie die zugrundeliegenden mathematischen Methoden ein. 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> <li>• Linear and Non-Linear Manifold Learning: Curse of Dimensionality, Verschiedene Methode zur Dimensionsreduktion: Principal Component Analysis (PCA),</li> </ul>

		<p>Multidimensional Scaling (MDS), Isomap, Laplacian Eigenmaps</p> <ul style="list-style-type: none"> <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	<p><b>Lernziele und Kompetenzen</b></p>	<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> <li>• erläutern statistische Modellierung von Merkmalsmengen und Merkmalsfolgen,</li> <li>• erklären statistische Modellierung abhängiger Größen,</li> <li>• implementieren vorgestellte Verfahren in Python.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <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 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) 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: PR Exercise (1 SWS) Vorlesung: Pattern Recognition (3 SWS)	1,25 ECTS 3,75 ECTS
3	Lehrende	Paul Stöwer Siming Bayer 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>• Kernmethoden</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> <li>• wenden Klassifikatoren zur Lösung konkreter Klassifikationsproblem an</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <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 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 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 oder Englisch 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>

- Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman: The Elements of Statistical Learning - Data Mining, Inference, and Prediction, 2nd edition, Springer, New York, 2009
- Christopher M. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, New York, 2006

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 Pierre-Louis Sixdenier Tobias Hahn	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Joachim Falk Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich	
5	<b>Inhalt</b>	<p><b>Content:</b> Reconfigurable (adaptive) computing is a novel yet important research field investigating the capability of hardware to adapt to changing computational requirements such as emerging standards, late design changes, and even to changing processing requirements arising at run-time. Reconfigurable computing thus benefits from a) the programmability of software similar to the Von Neumann computer and b) the speed and efficiency of parallel hardware execution. The purpose of the course reconfigurable computing is to instruct students about the possibilities and rapidly growing interest in adaptive hardware and corresponding design techniques by providing them the necessary knowledge for understanding and designing reconfigurable hardware systems and studying applications benefiting from dynamic hardware reconfiguration. After a general introduction about benefits and application ranges of reconfigurable (adaptive) computing in contrast to general-purpose and application-specific computing, the following topics will be covered:</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 reconfiguration. Here, OS-like services are needed that optimize the allocation and scheduling of modules at run-time.</li> </ul>	

		<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 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) 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><b>Further reading material:</b></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><b>Further information:</b></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>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M2 Ingenieurwissenschaftliche 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 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>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel Electronic exam in presence with multiple choice questions (90 minutes)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%) The final grade of the module is determined by the exam.  Exercise bonus: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtaining more than 80% of the points across all theoretical exercises awards an exam bonus of a third grade.</li> </ul>
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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96460	<b>Speech and Audio Signal Processing</b> Speech and audio signal processing	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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> <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> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <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 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222

		M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (MEL) 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	Annika Briegleb 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> <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> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <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 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 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>	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	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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. 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: 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 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 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 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> 47678	<b>Algorithmische Bioinformatik</b> Algorithmic Bioinformatics	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Algorithmic Bioinformatics (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende		

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>	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.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 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>	<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 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 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: 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	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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>	Goals <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: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (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 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>		

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

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>	<p><b>Die Studierenden können nach erfolgreichem Abschluss des Kurses</b></p> <p><b>Fachkompetenz</b></p> <p><b>Wissen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>die Entstehung, Messung und Charakteristika der wichtigsten Biosignale des menschlichen Körpers wiedergeben</li> </ul> <p><b>Verstehen</b></p>

- 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

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• explain algorithms for the analysis of important biosignals (e.g. Pan Tompkins for EKG)</li> <li>• explain typical components and their importance in the signal analysis chain</li> <li>• explain the structure and functioning of systems for machine learning and pattern recognition</li> </ul> <p><b>Application</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• determine signal characteristics in the time and frequency domain</li> <li>• apply and implement algorithms for signal analysis in Python</li> <li>• implement filter operations for the reduction of artifacts in Python</li> <li>• estimate the result of filter operations</li> <li>• apply methods to interdisciplinary problems in medicine and medical engineering</li> </ul> <p><b>Analyze</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• derive filter characteristics from electric circuits</li> <li>• compare signal analysis algorithms</li> <li>• solve classification problems in Python</li> <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> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <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 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 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222 Electronic Exam (in presence), 90min.
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>	<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	Jinho Kim Prof. Dr. Florian Knoll	

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 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 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>	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>Z.P. Liang. Constrained Reconstruction Methods in MR Imaging. <a href="http://mri.beckman.illinois.edu/resources/liang_1992_constrained_imaging_review.pdf">http://mri.beckman.illinois.edu/resources/liang_1992_constrained_imaging_review.pdf</a></p> <p>D. Nishimura. Principles of Magnetic Resonance Imaging. <a href="https://www.lulu.com/en/us/shop/dwight-nishimura/principles-of-magnetic-resonance-imaging/paperback/product-1nqdq4j2.html?page=1&amp;pageSize=4">https://www.lulu.com/en/us/shop/dwight-nishimura/principles-of-magnetic-resonance-imaging/paperback/product-1nqdq4j2.html?page=1&amp;pageSize=4</a></p> <p>M. Bernstein. Handbook of MRI Pulse Sequences. <a href="https://www.amazon.com/Handbook-Pulse-Sequences-Matt-Bernstein/dp/0120928612">https://www.amazon.com/Handbook-Pulse-Sequences-Matt-Bernstein/dp/0120928612</a></p>
----	--------------------------	---

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44200	<b>Computational Neurotechnology / Numerische Neurotechnologie</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222 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	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Basiskomponenten eines Rechners</p> <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>	<p>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.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische 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 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>	

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	Luis Rivera Monroy Arpitha Ravi Manuela Meier	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier	
5	<b>Inhalt</b>	<p>English version: The contents of the module comprise basics about medical imaging modalities and acquisition hardware. Furthermore, details on acquisition-dependent preprocessing are covered for image intensifiers, flat-panel detectors, and MR. The fundamentals of 3D reconstruction from parallel-beam to cone-beam reconstruction are also covered. In the last chapter, rigid registration for image fusion is explained.</p> <p>Deutsche Version: Die Inhalte des Moduls umfassen Grundlagen der medizinischen Bildverarbeitung und Aufnahmeprinzipien. Darüber hinaus werden Details der Vorverarbeitung für Bildverstärker, Flachpaneldetektoren und MR erklärt. Die Grundlagen der Rekonstruktion von Parallelstrahl bis hin zur Kegelstrahl-Tomographie werden ebenfalls behandelt. Im letzten Kapitel wird starre Registrierung für Bildfusion erläutert.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>English Version: 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: 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> <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 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV) 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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96310	<b>Image and Video Compression</b> Image and video compression	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup
5	<b>Inhalt</b>	<p>*Multi-Dimensional Sampling* Sampling theorem revisited, 2D sampling, spatiotemporal sampling, motion in 3D sampling</p> <p>*Entropy and Lossless Coding* Entropy and information, variable length codes, Huffman coding, unary coding, Golomb coding, arithmetic coding</p> <p>*Statistical Dependency* Joint entropy and statistical dependency, run-length coding, fax compression standards</p> <p>*Quantization* Rate distortion theory, scalar quantization, Lloyd-Max quantization, entropy coded scalar quantization, embedded quantization, adaptive quantization, vector quantization</p> <p>*Predictive Coding* Lossless predictive coding, optimum 2D linear prediction, JPEG-LS lossless compression standard, differential pulse code modulation (DPCM)</p> <p>*Transform Coding* Principle of transform coding, orthonormal transforms, Karhunen-Loève transform, discrete cosine transform, bit allocation, compression artifacts</p> <p>*Subband Coding* Principle of subband coding, perfect reconstruction property, discrete wavelet transform, bit allocation for subband coding</p> <p>*Visual Perception and Color* Anatomy of the human eye, sensitivity of the human eye, color spaces, color sampling formats</p> <p>*Image Coding Standards* JPEG and JPEG2000</p> <p>*Interframe Coding* Interframe prediction, motion compensated prediction, motion estimation, motion compensated hybrid coding</p> <p>*Video Coding Standards* H.261, H.263, MPEG-1, MPEG-2 / H.262, H.264 / MPEG-4 AVC, H.265 / MPEG-H HEVC</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<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> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <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> <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 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL) 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>	J.-R. Ohm, "Multimedia Communications Technology", Berlin: Springer-Verlag, 2004

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44157	<b>Interfacing the Neuromuscular system: Applications for Human/Machine Interfaces and Neurophysiology</b>	<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. Alessandro Del Vecchio	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Module: Principles of Neural control of movement and neuroengineering How the central nervous system controls muscle forces; Neurons, upper and lower motoneurons, Cortical and brainstem function, Interneurons and Motor Units. Neuroengineering applications for studying the neural control of movement; invasive and non-invasive recordings, electrical stimulation of the nervous system.</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>	<p>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.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>No compulsory prerequisites. Recommended: Basic biology and neurophysiology, Computer programming (Matlab and/or Python), Biosignal processing.</p>	

8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222 M7 Flexible budget Faculty of Engineering and Economy (MER) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur Written examination.
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (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>	
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	Arpitha Ravi Luis Rivera Monroy Manuela Meier	

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. All algorithms are motivated by practical problems. The mathematical tools required to solve the considered image processing tasks will be introduced. The module starts with an overview on preprocessing algorithms such as scatter correction for x-ray images, edge detection, super-resolution and edge-preserving noise reduction. The second chapter describes automatic image analysis using feature descriptors, key point detection, and segmentation using bottom-up algorithms such as the random walker or top-down approaches such as active shape models. Furthermore, the module covers geometric calibration algorithms for single view calibration, epipolar geometry, and factorization. The last part of the module covers non-rigid registration based on variational methods and motion-compensated image reconstruction.</p> <p>Deutsche Version:</p> <p>Das Modul ist auf die jüngsten Entwicklungen in der Verarbeitung von medizinischen Bildern ausgerichtet. Alle Algorithmen werden durch praktische Probleme motiviert. Die mathematischen Werkzeuge, die für die Bildverarbeitungsaufgaben benötigt werden, werden eingeführt. Das Modul beginnt mit einem Überblick über Vorverarbeitungsalgorithmen, wie zum Beispiel Streustrahlkorrektur für Röntgenbilder, Kantenerkennung, Superresolution und kantenerhaltende Rauschunterdrückung. Das zweite Kapitel beschreibt die automatische Bildanalyse mit Merkmalsdeskriptoren, Punkterkennung und Segmentierung mit Bottom-up-Algorithmen wie dem Random-Walker oder Top-Down-Ansätzen wie aktiven Formmodellen. Darüber hinaus deckt die Vorlesung auch geometrische Kalibrierungsalgorithmen zur Einzelansicht-Kalibrierung, Epipolarometrie und Faktorisierung ab. 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: 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: 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 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV) 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



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		

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Frederik Bernd Laun Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier
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>	The participants <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 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL) 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>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 568977	<b>Magnetic Resonance Imaging 2 + Übung</b> Magnetic resonance imaging 2 + exercise	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Frederik Bernd Laun Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier
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>	<p>M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222</p> <p>M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222</p> <p>M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222</p>
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>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

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 to strategies and requirements in clinical practice and the industrial</p>

		development process. Additionally, complex methods of medical image analysis and visualization will be explained.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p><b>*Visual Computing in Medicine I*</b>  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-, Tensoraten</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><b>*Visual Computing in Medicine II*</b>  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> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• erhalten einen Überblick zu komplexen Krankheitsbildern als Grundlage für effektive und effiziente Lösungen</li> <li>• erwerben erweiterte Kenntnisse zur multimodalen Bildregistrierung mit nichtstarran 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 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische 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>	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> </ul>

- H. Handels: Medizinische Bildverarbeitung, Bildanalyse, Mustererkennung und Visualisierung für die computergestützte ärztliche Diagnostik und Therapie, Vieweg und Teubner Verlag, 2009
- P.M. Schlag, S. Eulenstein, Th. Lange: Computerassistierte Chirurgie, Elsevier Verlag, 2010
- E. Neri, D. Caramella, C. Bartolozzi: Image Processing in Radiology, Springer Verlag, 2008

# 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) Übung: Übung zu Bild-, Video- und mehrdimensionale Signalverarbeitung ( SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup Andy Regensky	

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> <p>*Bildverarbeitung im Transformationsbereich*</p> <p>Unitäre Transformation, Karhunen-Loeve Transformation, separable Transformationen, Haar und Hadamard Transformation, DFT, DCT</p> <p>*Content:*</p> <p>*Point operations*</p> <p>Histogram equalization, gamma correction</p> <p>*Binary operations*</p> <p>Morphological filters, erosion, dilation, opening, closing</p> <p>*Color spaces*</p> <p>Trichromacy, red-green-blue color spaces, color representation using hue, saturation and value of intensity</p> <p>*Multidimensional signals and systems*</p>	

		<p>Theory of multidimensional signals and systems, impulse response, linear image filtering, power spectrum, Wiener filtering</p> <p>*Interpolation of image signals*</p> <p>Bi-linear interpolation, bi-cubic interpolation, spline interpolation</p> <p>*Image feature detection*</p> <p>Image features, edge detection, Hough transform, Harris corner detector, texture features, co-occurrence matrix</p> <p>*Scale space representation*</p> <p>Laplacian of Gaussian, difference of Gaussian, scale invariant feature transform, speeded-up robust feature transform</p> <p>*Image matching*</p> <p>Projective transforms, block matching, optical flow, feature-based matching using SIFT and SURF, random sample consensus algorithm</p> <p>*Image segmentation*</p> <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> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <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> <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: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (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>	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> 44445	<b>Cognitive Neuroscience for AI Developers</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Cognitive Neuroscience for AI Developers (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Andreas Kist Dr. rer. nat. Patrick Krauß	

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: 1

9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M5 Medical Engineering specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (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>	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> 43961	<b>Knowledge Discovery in Databases mit Übung</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Richard Lenz
5	<b>Inhalt</b>	<p>Theoretical knowledge on:</p> <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> <p>Practical exercises on:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to Pandas &amp; scikit-learn</li> <li>• Data analysis &amp; data preprocessing</li> <li>• Frequent Pattern</li> <li>• Classification</li> <li>• Clustering</li> <li>• Outlier</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> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <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> <li>• können die verschiedenen Schritte eines KDD Prozesses auch praktisch anwenden.</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> <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> <li>• are able to practically apply the various steps of a KDD process.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur mit MultipleChoice (90 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: 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>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. OReilly Media, 2017, ISBN: 978-1491962299</li> <li>◦ H. Du, Data Mining Techniques and Applications: An Introduction. Cengage Learning EMEA, May 2010, p. 336, ISBN: 978-1844808915</li> <li>◦ 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</li> </ul> </li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96831	<b>Low Power Biomedical Electronics</b> Low-power biomedical electronics	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

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: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222</p> <p>M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (MEL) 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>	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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47663	<b>Magnetic Resonance Imaging sequence programming [MRIpulseq]</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Magnetic Resonance Imaging sequence programming [MRIpulseq] (0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr.rer.nat. Zhengguo Tan Prof. Dr. Moritz Zaïß	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Moritz Zaïß	
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. The sequences are created in a format that can be interpreted directly by MR scanners (<a href="https://pulseq.github.io">https://pulseq.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. 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://pulseq.github.io">https://pulseq.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. Auskunft: moritz.zaiss@uk-erlangen.de</p>	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222  M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222  M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222</p>	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>Variabel</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>	

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	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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 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: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222</p> <p>M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (MEL) 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	Dr. 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: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222  M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222  M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (MEL) 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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 172338	<b>Security in Embedded Hardware</b> Security in embedded hardware	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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> <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: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 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>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p><b>Empfohlene Bücher zur Begleitung und Vertiefung:</b></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><b>Weitere Informationen:</b></p>

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

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44455	<b>Speech and Language Processing</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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 gibt die Vorlesung eine detaillierte Einführung in (vornehmlich) statistisch orientierte Methoden der maschinellen Erkennung gesprochener Sprache. Schwerpunktthemen sind Merkmalgewinnung, Vektorquantisierung, akustische Sprachmodellierung mit Hilfe von Markovmodellen, linguistische Sprachmodellierung mit Hilfe stochastischer Grammatiken, prosodische Information sowie Suchalgorithmen zur Beschleunigung des Dekodiervorgangs.</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> <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> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <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: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (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 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>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Rolf Wanka
5	<b>Inhalt</b>	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, ... 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.
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: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 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 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>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Becoming an innovative engineer (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Björn Eskofier Sophie Fleischmann	

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>	Semester: 1
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

		M7 Flexible budget Faculty of Engineering and Economy (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M7 Flexible budget Faculty of Engineering and Economy (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 Electronic exam (in presence), 60min.
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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 57074	<b>Designing technology</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Designing Technology (0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Joni Riihimäki Natalie Breutner Julius Kirschbaum Prof. Dr. Kathrin Möslein	

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>	Semester: 1
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>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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>	Die Studierenden <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>	Semester: 1
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>	Präsentation Hausarbeit
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Präsentation (50%) Hausarbeit (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>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Innovation and Leadership (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Layla Hajjam Matthäus Wilga Prof. Dr. Kathrin Möslein Nina Lugmair	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Kathrin Möslein
5	<b>Inhalt</b>	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.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	The students <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>	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 M7 Flexible budget Faculty of Engineering and Economy (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222

		M7 Flexible budget Faculty of Engineering and Economy (MER) Master of Science Medizintechnik 20222
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, Möslein & Reichwald: Leading Open Innovation; 2013 MIT Press,ISBN-13: 978-0262018494

1	<b>Modulbezeichnung</b> 57241	<b>Service innovation</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Flexibles Budget / Flexible budget Master of Science Medizintechnik 20222 M7 Flexible budget Faculty of Engineering and Economy (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M7 Flexible budget Faculty of Engineering and Economy (MER) 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>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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>	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. 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.	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
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 M7 Flexible budget Faculty of Engineering and Economy (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222	

		M7 Flexible budget Faculty of Engineering and Economy (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: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch Deutsch oder Englisch Englisch
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.

# M1 Medical specialisation modules (MER)

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

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Iwona Cicha	
5	<b>Inhalt</b>	<p>The special focus of the module 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>	<p>In this module, 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.</p>	
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 taking this module.</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>	<p>M1 Medical specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222</p> <p>M1 Medical specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222</p> <p>M1 Medizinische Vertiefungsmodule Master of Science Medizintechnik 20222</p>	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>Variabel</p> <p>Written exam, 60 min.</p>	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47664	<b>Fundamentals in Anatomy and Physiology for Engineers</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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 20222 M1 Medical specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 Medizinische Vertiefung / Medical specialisation modules Master of Science Medizintechnik 20222 Written exam, 90 min.	
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>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

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 Vertiefung Master of Science Medizintechnik 20182 M1 Medical specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M1 Medical specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 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: 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>INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Radiation Oncology Physics, , IAEA, Vienna (2005)</p> <p>W. Schlegel, C.P. Karger und O. Jäkel: Medizinische Physik: Grundlagen Bildgebung Therapie Technik; ISBN 978-3-662-54800-4</p> <p>Peter Metcalfe, Tomas Krone, Peter Hoban: The Physics of Radiotherapy X-Rays from Linear Accelerators, Medical Physics Publishing, 1997</p> <p>Hanno Krieger: Grundlagen der Strahlungsphysik und des Strahlenschutzes, Springer 2012</p> <p>Hanno Krieger: Strahlungsquellen für Technik und Medizin, Springer 2013</p> <p>Hanno Krieger: Strahlungsmessung und Dosimetrie, Springer 2013</p> <p>INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, Diagnostic Radiology Physics, IAEA, Vienna (2014)</p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47703	<b>Introduction to simulation, network and data analysis in Medical Systems Biology</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Introduction to simulation, network and data analysis in Medical Systems Biology ( SWS) Please contact the lecturer to inquire about time and date of the lecture and to register.	-
3	Lehrende	Prof. Dr. Julio Vera González	

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 Medical specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M1 Medical specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 M1 Medizinische Vertiefungsmodule Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich Oral exam, 30 min.	
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>	
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47697	<b>Jüngste Entwicklungen der Medizinischen Systembiologie/Advances in Medical Systems Biology (AdvMedSys)</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Jüngste Entwicklungen der Medizinischen Systembiologie I (AdvMedSys1) (3 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 Medical specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M1 Medical specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 M1 Medizinische Vertiefungsmodule Master of Science Medizintechnik 20222	

		Oral exam, 30 min.
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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47688	<b>Lab class on medical physics in radiation therapy</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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>	Students operate medical devices such as linear accelerators or CTs to acquire data as part of quality assurance routines or of phantoms analyse the measured data by applying the knowledge they gained by preparing for the lab and/or the lecture of MEDPHYS-I report their findings in a structured lab report	
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 Medical specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M1 Medical specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 M1 Medizinische Vertiefungsmodule 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> 47644	<b>Medical Device Regulation</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Kurs: Medical Device Regulation (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Lisa Walter	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Victoria Goldberg
5	<b>Inhalt</b>	<p>*Content*</p> <p>In order to introduce a medical device into the market, it is essential not only to have the technical knowledge of the production process but also the rules and regulations of the entire product life cycle. As medical devices are products that have a medical purpose and are intended for the use of humans, manufacturers have to adhere to strict legal requirements. Consequently, knowledge of this evermore complex subject matter of medical device regulation is indispensable for any successful and competitive market entry. In order to receive 2.5 ECTS, you have to take part in 6 seminar days. The first two seminar days, which are offered every semester, are mandatory for students. If you prefer to join a course in the following semester, you can do so, but it is advisable to complete the seminar within one semester.</p> <p>The seminar topics for the winter semester:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to the medical device law</li> <li>• Risk management in Medical Engineering</li> <li>• Clinical Evaluation</li> <li>• Medical Products in the Market, in Operation and Application</li> <li>• Software for Medical Products</li> <li>• Introducing eMaps</li> </ul> <p>The seminar topics for the summer semester:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to the medical device laws</li> <li>• Risk management system in Medical Engineering</li> <li>• Medical device regulation</li> <li>• Digital Health</li> <li>• Other countries, other customs</li> <li>• Usability Engineering for Medical Devices</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>*Learning Outcomes:*</p> <p>The participants reflect the most important and decisive regulations in the legal framework of medical devices. They explain the conditions, relationships and dependencies between the corresponding guidelines, laws and standards. You will be able to apply the newly acquired knowledge to take timely, necessary measures to comply with the legal requirements.</p>
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 20222

		M1 Medical specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 M1 Medizinische Vertiefungsmodule Master of Science Medizintechnik 20222 Written exam, 120 minutes.
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>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

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	Andreas Grings 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> <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.</p>	
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 Medical specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M1 Medical specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 M1 Medizinische Vertiefungsmodule Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel <b>First exam attempt only available in WS; SS exam only for mandatory repeat exam.</b>
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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 94385	<b>Medizinische Biotechnologie (Vertiefung)</b> Focus Module: Medical Biotechnology	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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/biomechanics 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> <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> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <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> <p>Prerequisites: Bachelor study course in Medical Technologies, Biomedical Engineering, or similar</p>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M1 Medical specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M1 Medical specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 M1 Medizinische Vertiefungsmodule 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>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Movement Neuroscience: Connections between the Brain and Muscles in Humans (3 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Marius Oßwald 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 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, 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 Recording electrophysiological data in humans; examples of EMG and EEG recordings.</p> <p>Module: Oscillations in neuronal networks Coherence analysis; Common synaptic input to populations of neurons; Noise in the nervous system; Associations between EEG and EMG signals; Startle responses</p> <p>Module: Simulation of muscle forces from the firing of individual motoneurons Motor unit model, HodgkinHuxley model, Muscle Properties</p> <p>Module: EMG signals in Neural Pathologies Parkinsons and Spinal Cord Injury, Motor unit analysis in neurodegenerative and neurotraumatic diseases.</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>	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 Vertiefung Master of Science Medizintechnik 20182 M1 Medical specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M1 Medical specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 M1 Medizinische Vertiefungsmodule Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel Online exam (60 min.)
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>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>- 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></p> <p>-Principles of Neuroscience from Eric R. Kandel, MD</p> <p>-Motor unit from Heckman and Enoka, DOI: 10.1002/cphy.c100087</p> <p>-Surface Electromyography, Physiology, Engineering, and Applications Edited by Roberto Merletti and Dario Farina</p> <p>-Ibanez et al. 2021 J Neurosci <a href="https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2908-20.2021">https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2908-20.2021</a></p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47689	<b>Special topics of medical physics in radiation therapy</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof.Dr.rer.nat Christoph Bert	
5	<b>Inhalt</b>	The lecture within the module focuses on special subjects of medical physics in radiation oncology. Among them are management of organ motion (focusing on respiratory motion) in imaging and treatment, brachytherapy, i.e. treatment based on sealed radioactive materials that are inserted into/close to the target volume, and ion beam therapy, i.e. the treatment using protons or carbon ions which required a dedicated infrastructure w.r.t. treatment delivery but also treatment planning.	
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 Medical specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M1 Medical specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 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 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 (MER)

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92860	<b>Computational multibody dynamics</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr.-Ing. Giuseppe Capobianco	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projected Newton-Euler equations (Kane's equations)</li> <li>• Numerical methods for ordinary differential equations</li> <li>• Relative kinematics and recursive kinematic algorithm</li> <li>• Parametrization of rotations</li> <li>• One-dimensional force laws</li> <li>• Inverse kinematics and inverse dynamics</li> <li>• Ideal constraints</li> <li>• Numerical methods for differential algebraic equations</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The students will:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• implement a modular simulation software for multibody systems in Python during the exercise classes.</li> </ul> <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>• be able to use ODE-solver for the numerical solution of the equations of motion,</li> <li>• know how to describe a multibody system by choosing relative joint coordinates,</li> <li>• implement new joints in the software developed during the course,</li> <li>• understand how kinematic and dynamic quantities of a multibody system can be computed recursively,</li> <li>• know different possible parametrizations of rotations,</li> <li>• can use different parametrizations of rotations to describe and implement the free rigid body and spherical joints,</li> <li>• understand the concept of one-dimensional force law to model force interactions and motors,</li> <li>• know and implement different approaches to inverse kinematics and inverse dynamics based on optimization,</li> <li>• know Lagranges equations of the first kind</li> <li>• be able to describe a multibody system with redundant coordinates by modeling joints as ideal constraints</li> <li>• implement new constraints in the software developed during the course,</li> <li>• familiarize themselves with numerical schemes for the simulation of constrained multibody systems,</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• understand the object-oriented code structure for the implementation of a simulation software for multibody systems,</li> <li>• be able to perform simulations of multibody systems with the software developed during the course</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>knowledge of the module "dynamics of rigid bodies" ("Dynamik starrer Körper")</p> <p>basic knowledge of:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• dynamical equations of motion</li> <li>• linear vector algebra</li> <li>• programming in Python, Matlab or similar</li> </ul>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M2 Engineering Core Modules (MER) 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: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

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

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. 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> <li>• autonomously design deep learning techniques and prototypically implement them,</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <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 Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M2 Engineering Core Modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 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>	<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> 47622	<b>Empirical Research Methods in Medical Engineering</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Claudio Castellini
5	<b>Inhalt</b>	<p><i>The aim of the lecture is to enable students to plan and conduct experiments independently.</i></p> <p><i>Starting from basics of perception and definition of the research question, both qualitative and quantitative methods are introduced on experimental design, sample design, experimental design and execution, data collection and processing, and analysis of the experimental results and embedding the experimental results in the scientific context in scientific writing. Statistical methods including exploratory data analysis and visualization, methods of analysis of variance as well as non-parametric methods will be treated as tools for the analysis and interpretation of experimental results. Qualitative methods include interviews, ethnography, coding, memos, and diagrams.</i></p> <p><i>The course of the lecture follows the scientific discovery process and covers the individual steps from the research question to the generation of suitable hypotheses and their testing.</i></p> <p><i>The lectures are accompanied by practical exercises that allow students to apply the knowledge from the lectures and start train their empirical research skills.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li><i>1. Introduction and History of Empirical Research Methods (Focus on medical sciences)</i></li> <li><i>2. Getting Started and getting things done</i></li> <li><i>3. Fundamentals of empirical research</i></li> <li><i>4. Research Question and Study Design</i></li> <li><i>5. Overview and introduction to qualitative research</i></li> <li><i>6. Collection of Data and Data (Pre) Processing in qualitative and quantitative research</i></li> <li><i>7. Introduction to quantitative analysis: Data Visualisation, Foundations of Statistics, and exploratory data analysis</i></li> <li><i>8. Testing of Hypotheses and Significance Tests</i></li> <li><i>9. Correlation and Regression</i></li> <li><i>10. Analysis of Variance</i></li> <li><i>11. Non-parametric Analysis</i></li> <li><i>12. Writing up</i></li> </ol>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p><i>Students</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>- understand the scientific process of knowledge in its steps from the research question over the generation of appropriate hypotheses to their testing</i></li> <li><i>- understand the basics of psychological, psychophysiological, and behavioural measurements and are able to carry them out and evaluate them</i></li> </ul>

		<p>- are able to apply statistical testing procedures with parametric and non-parametric methods.</p> <p>- are able to apply selected qualitative methods (interview question design, leading interviews, setting up a simple observational study, conduct basic content analysis)</p> <p>- are able to plan and carry out simple experiments with test subjects while considering and applying ethical principles.</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 (MER) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel Written exam, 60 min.
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><i>Blaxter, L.; Hughes, C. and Tight, M. (2010) How to Research. Open University Press.</i></p> <p><i>Downey, A. B. (2014). Think Stats -- Exploratory Data Analysis in Python Version 2.2. Green Tea Press Needham, Massachusetts. <a href="https://greenteapress.com/thinkstats2/thinkstats2.pdf">https://greenteapress.com/thinkstats2/thinkstats2.pdf</a></i></p> <p><i>Ebel, H.F.; Bliefert, C.; Russey, W. E. (2004). The Art of Scientific Writing. Second Completely Revised Edition. Wiley-VCH.</i></p> <p><i>Fitzpatrick, R. (2012). The Mom Test. Robfitz Ltd.</i></p> <p><i>Grogan, K. E. (2021). Writing science: What makes scientific writing hard and how to make it easier. Bulletin of the Ecological Society of America, 102(1), doi:<a href="https://doi.org/10.1002/bes2.1800">https://doi.org/10.1002/bes2.1800</a>.</i></p>

*MacKenzie, I. S. (2013). Human-Computer Interaction: An Empirical Research Perspective. Elsevier.*

*O'Leary, Z (2004). The Essential Guide to Doing Research. SAGE Publications.*

*Ryan, A. B. (2006). Post-positivist approaches to research. Researching and Writing your Thesis: a guide for postgraduate students, 12-26.*

*Silverman, D. (2011). Qualitative Research – Issues of Theory, Method and Practice. 3<sup>rd</sup> Edition. SAGE Publications.*

*Urquhart, C (2012). Grounded theory for qualitative research: A practical guide. 2<sup>nd</sup> Edition. SAGE Publications.*

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92347	<b>Mechatronic components and systems (MCS)</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensors for measuring mechanical quantities</li> <li>• Control and information processing</li> </ul> </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>	<p>M2 Engineering Core Modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222</p> <p>M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222</p> <p>M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (MEL) 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>	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> 92519	<b>Robotics 1</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen Dr.-Ing. Andreas Völz
5	<b>Inhalt</b>	This lecture introduces the fundamentals of robotics with a focus on manipulator control. The course covers the following topics: <ul style="list-style-type: none"> <li>Modeling: coordinate systems and transformations, parameterization of rotation matrices, forward and inverse kinematics, Jacobians and singularities</li> <li>Trajectory planning: polynomial and trapezoidal trajectories, trajectories with intermediate points, trajectories in task space</li> <li>Linear control: actuator dynamics, decentralized motion control, basics of task space and force control</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	After successful completion of the module, students will be able to <ul style="list-style-type: none"> <li>mathematically describe and analyze the kinematics of robotic manipulators.</li> <li>plan trajectories for robot motions.</li> <li>design and implement linear methods for robot motion and force control.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Basis knowledge of advanced mathematics</li> <li>Basic knowledge of control theory</li> </ul>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	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 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>M. Spong, S. Hutchinson und M. Vidyasagar: Robot Modeling and Control. Wiley, 2005.</li> <li>B. Siciliano, L. Sciavicco, G. Oriolo und L. Villani: Robotics Modelling, Planning and Control. Springer, 2009.</li> <li>J. Craig: Introduction to Robotics: Mechanics and Control. Pearson, 2018.</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92880	<b>Robotics Frameworks</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Robotics Frameworks (4 SWS) Übung: Exercise Robotics Frameworks (0 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Sebastian Reitelshöfer	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic concepts of robotics</li> <li>• Basic concepts of the Robot Operating System</li> <li>• Simulation of robots in virtual environments</li> <li>• Computer vision and machine learning in the context of robotics</li> <li>• Path and gripping grasp planning</li> <li>• Localization, mapping and navigation of mobile robots</li> <li>• Flow control with state machines for complex robot tasks</li> <li>• Introduction to relevant software frameworks for specific tasks (Robot Operating System, Gazebo, OpenCV, Tensorflow)</li> <li>• Solving a complex practical task as a team</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>In this module, students independently implement advanced tasks in robotics and related topics such as simulation, computer vision and machine learning using concrete examples. In doing so, the students deal with various established software frameworks and learn how to use them.</p> <p>Students are taught the following technical and methodological competences:</p> <p>After completing the module, students will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Classify important terms of robotics</li> <li>• Understand the challenges of modern robotics in relation to complex tasks and develop approaches to solve them.</li> <li>• Analyse and practically apply complex issues in robotics (robotics frameworks, simulation tools and frameworks for image processing and artificial intelligence)</li> <li>• Explain and apply methods of robot motion control and planning</li> <li>• Explain the self-localisation of mobile robots and examine it using examples</li> </ul> <p>The students additionally acquire and train the following personal and social competences within the framework of the team task:</p> <p>After completing the module, the students can</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Independently solve preparatory tasks</li> <li>• Organize their working time</li> <li>• Work together with other students in a group in a goal-oriented manner</li> <li>• Assess their own strengths and use them in a targeted way in the team performance</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Prerequisites : Basic knowledge of programming languages C++ and Python, additional information can be found on StudOn

8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	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 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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92359	<b>Robot mechanisms and user interfaces</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Robot mechanisms and user interfaces (2 SWS) Übung: UE RMI (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>	<p>M2 Engineering Core Modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222</p> <p>M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222</p> <p>M2 Ingenieurwissenschaftliche Kernmodule (MEL) 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 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>

# M3 Medical Engineering Core Modules (MER)

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93101	<b>AI in medical robotics</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: AI in Medical Robotics (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr.Ing. Christian-Peter Kunz Prof. Dr. Franziska Mathis-Ullrich Dr.Ing. Ramy Zeineldin	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Franziska Mathis-Ullrich 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 Medical Engineering Core Modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische 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>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92345	<b>Human-centered mechatronics and robotics</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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 Biomechanical models</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Elastic actuators</li> <li>◦ Control methods Cognitive and physical human-robot interaction Empirical research methods</li> <li>◦ Research process and experiment design</li> <li>◦ Research methods, interferences, and ethics System integration and fault treatment The exercise will combine simulation sessions and a flip-the-classroom seminar where student groups present recent research papers and discuss them with all attendees.</li> </ul> </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>• 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 Medical Engineering Core Modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222 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>	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> 47623	<b>Human-Robot Co-Adaptation</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Human-Robot Co-Adaptation (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 user studies: designing them; carrying them out; statistical tools to evaluate them</li> <li>• human-robot interaction, with specific focus upon rehabilitation and assistive robotics (prosthetics, exoskeletons, walking aids);</li> <li>• intent detection, somatosensory feedback and sensory substitution;</li> <li>• measurement of relevant changes in the user's behaviour and signals and in the robotic artefact;</li> <li>• co-adaptation and the related clinical perspective.</li> </ul>	
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 the concept of co-adaptation</li> <li>• can conceive and design an intent-detection + feedback system which will potentially induce co-adaptation</li> <li>• can then analyse the data, both offline and online</li> </ul> <p>can tackle previously unknown problems</p>	
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>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medical Engineering Core Modules (MER) 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 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>	[2015] A survey of sensor fusion methods in wearable robotics, D. Novak and R. Riener	

**[2016]** Incremental Learning of Muscle Synergies: From Calibration to Interaction, C. Castellini.

**[2016]** New developments in prosthetic arm systems, I. Vujaklija, D. Farina and O.C. Aszmann.

**[2017]** Hahne, J. M., Markovic, M., & Farina, D. (2017). User adaptation in Myoelectric Man-Machine Interfaces. Scientific Reports, 7.

**[2021]** Farina, D., et al. (2021). Toward higher-performance bionic limbs for wider clinical use. Nature biomedical engineering.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47617	<b>Rehabilitation and Assistive Robotics</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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>	Semester: 1	
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 M3 Medical Engineering Core 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: 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>• [2012] Control of Upper Limb Prostheses: Terminology and Proportional Myoelectric Control A Review, A. Fougner, Ø. Staudahl, 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>
----	--------------------------	--

# M5 Medical Engineering specialisation modules (MER)

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47679	<b>Advanced Upper-Limb Prosthetics</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Upper-Limb Prosthetics This Semester ONLY ONLINE. All relevant material can be found on StudOn. (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Claudio Castellini	

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>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medical Engineering specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 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>• *[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 Control A 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> 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: 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 Medical Engineering specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 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: 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>	

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

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: 1

9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medical Engineering specialisation modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M5 Medical Engineering specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (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>	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> 44200	<b>Computational Neurotechnology / Numerische Neurotechnologie</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222 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> 97277	<b>Geometrische numerische Integration</b> Geometric numerical integration	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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 Wissen The students are familiar with Lagrange systems and Hamiltonian systems and Hamilton's principle know the terms ordinary differential equation and analytic solution are familiar with consistency and convergence of a discrete evolution know standard integrators to solve ordinary differential equations numerically (Runge-Kutta methods, collocation methods, composition and splitting methods) know symmetric integrators are familiar with the terms first integrals and quadratic invariants are familiar with Noether's theorem and symplecticity of the Hamilton flow know symplectic integrators/variational integrators know conservation properties of symplectic/variational integrators are familiar with variational error analysis and backward error analysis</p> <p>Anwenden The students derive Lagrange- and Hamilton's equations</p>

		determine invariants of dynamical systems implement numerical integrators and solve the ordinary differential equations numerically analyse the numerical solutions regarding accuracy, conservation of invariants, convergence, symmetry
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medical Engineering specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 M5 Medizintechnische Vertiefungsmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30
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> <li>• J. E. Marsden and M. West, Discrete mechanics and variational integrators. Acta Numerica, 2001.</li> <li>• E. Hairer, C. Lubich and G. Wanner. Geometric numerical integration illustrated by the StörmerVerlet method. Acta Numerica, 2003.</li> <li>• E. Süli and D. F. Mayers, An Introduction to Numerical Analysis. Cambridge University Press, 2003.</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47616	<b>Intent Detection and Feedback</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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>	Semester: 1	
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 M5 Medical Engineering specialisation modules (MER) 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 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. Stavaahl, 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> 47624	<b>Photonics in Medical Technology</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Photonics in Medical Technology (2 SWS) Übung: Photonics in Medical Technology Exercises (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>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M5 Medical Engineering specialisation modules (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 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>	

# M7 Flexible budget Faculty of Engineering and Economy (MER)

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47662	<b>Becoming an Innovative Engineer</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Becoming an innovative engineer (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Björn Eskofier Sophie Fleischmann	

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>	Semester: 1
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

		M7 Flexible budget Faculty of Engineering and Economy (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M7 Flexible budget Faculty of Engineering and Economy (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 Electronic exam (in presence), 60min.
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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 57053	<b>Innovation and leadership</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Innovation and Leadership (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Layla Hajjam Matthäus Wilga Prof. Dr. Kathrin Möslein 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 M7 Flexible budget Faculty of Engineering and Economy (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222</p>	

		M7 Flexible budget Faculty of Engineering and Economy (MER) Master of Science Medizintechnik 20222
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, Möslein & Reichwald: Leading Open Innovation; 2013 MIT Press,ISBN-13: 978-0262018494

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44157	<b>Interfacing the Neuromuscular system: Applications for Human/Machine Interfaces and Neurophysiology</b>	<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. Alessandro Del Vecchio	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Module: Principles of Neural control of movement and neuroengineering How the central nervous system controls muscle forces; Neurons, upper and lower motoneurons, Cortical and brainstem function, Interneurons and Motor Units. Neuroengineering applications for studying the neural control of movement; invasive and non-invasive recordings, electrical stimulation of the nervous system.</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>	<p>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.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>No compulsory prerequisites. Recommended: Basic biology and neurophysiology, Computer programming (Matlab and/or Python), Biosignal processing.</p>	

8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	M3 Medical Engineering Core Modules (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (BDV) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (GPP) Master of Science Medizintechnik 20222 M3 Medizintechnische Kernmodule (MEL) Master of Science Medizintechnik 20222 M7 Flexible budget Faculty of Engineering and Economy (MER) Master of Science Medizintechnik 20222
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur Written examination.
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (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>	
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> 57241	<b>Service innovation</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Flexibles Budget / Flexible budget Master of Science Medizintechnik 20222 M7 Flexible budget Faculty of Engineering and Economy (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M7 Flexible budget Faculty of Engineering and Economy (MER) 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>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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>	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. 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.
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
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 M7 Flexible budget Faculty of Engineering and Economy (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222

		M7 Flexible budget Faculty of Engineering and Economy (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: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch Deutsch oder Englisch Englisch
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> 380491	<b>Advanced Methods of Software Engineering (5-ECTS)</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Advanced Methods of Software Engineering (VUE) (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 advanced methods of software engineering. Topics covered are:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Test-driven development</li> <li>• Kanban and lean software development</li> <li>• Continuous delivery incl. continuous deployment</li> </ul> <p>The course builds on the learnings from ADAP and AMOS. Both courses or equivalent skills are preconditions for participating in AMSE. AMSE projects, like final theses, support the groups development work. Thus, students may have to sign a contributor agreement. Sign-up and further course information are available at <a href="https://amse.uni1.de">https://amse.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 concepts and tools of continuous delivery and test-driven development</li> <li>• Students gain experience with continuous delivery in the context of a development project</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OSS-ADAP</li> <li>• OSS-AMOS</li> </ul>	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
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>	Portfolio	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Portfolio (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 Englisch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	See <a href="https://amse.uni1.de">https://amse.uni1.de</a>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 43932	<b>Computational Imaging Project</b>	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Projekt: 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: 3	
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	

15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	An individual reading list will be established at the beginning of each project.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47684	<b>Digital transformation project</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

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. This module is brought to you on-site in person. 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. 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>	Semester: 3	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<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>		

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>	

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: 3
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>	

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	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Peter Wägemann	
5	<b>Inhalt</b>	<p>In dieser Veranstaltung erlernen und verwenden die Studierenden verschiedene Verfahren, Techniken und Prozesse zur konkreten Entwicklung von Prototypen 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.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz Anwenden 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> <li>• nutzen die im FAU FabLab vorhandenen Werkzeuge und Maschinen für die Realisierung.</li> </ul> <p>Analysieren Die Studierenden</p>	

- 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

		<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verwenden gängige Werkzeuge der Softwareentwicklung, Anwendungsentwicklung, zur Konstruktion von mechanischen und elektronischen Komponenten.</li> <li>• stellen technische, methodische und soziale Sachverhalte geeignet dar.</li> <li>• arbeiten sich selbstständig in Fragestellungen außerhalb ihres angestammten Fachgebiets ein</li> <li>• entwickeln eigenständig Lösungs- und Anwendungskonzepte für abstrakte Fragestellungen eines vorgegebenen Themenkomplexes und bewerten diese in ihrem spezifischen Kontext.</li> <li>• erschließen sich weite Themenfelder anhand selbst gewählter Beispiele und stellen die dabei gewonnenen Erkenntnisse geeignet dar.</li> </ul> <p>Selbstkompetenz</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind in der Lage mit Misserfolgen, Kritik und Änderungswünschen umzugehen.</li> <li>• übernehmen Verantwortung für ihr eigenes Projekt, setzen sich selbst Arbeits- und Verhaltensziele und handeln vernunftbetont.</li> <li>• kennen die Grenzen ihres Wissens und die Nachteile einfacher Standardansätze.</li> <li>• überwinden Berührungängste im Kontakt mit Dritten.</li> </ul> <p>Sozialkompetenz</p> <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>	Semester: 3
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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 624171	<b>EMV-Praktikum</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: EMV-Praktikum (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Benedikt Kohlhepp Eva Schmidt Dr.-Ing. Daniel Kübrich Jeremias Kaiser	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Jeannette Konhäuser Dr.-Ing. Daniel Kübrich	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Das Praktikum findet im lehrstuhleigenen EMV-Labor statt mit Test- und Messgeräten, die auch in der Industrie Verwendung finden. Die Teilnehmer lernen dabei:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mit Messgeräten wie Spektrumanalysator und Messempfänger umzugehen</li> <li>• Emissionstests mit diversen Sensoren und Antennen durchzuführen</li> <li>• reproduzierbar und normgerecht zu messen</li> <li>• typische Störquellen und Ausbreitungswege der Störungen aufzufinden</li> <li>• die Effektivität verschiedener Entstörmaßnahmen einzuschätzen</li> <li>• Entstörbaulemente und Schirme sinnvoll einzusetzen</li> </ul> <p>Zur Erlangung des Scheins müssen 7 Versuche durchgeführt werden. Die Auswahl der Versuche wird mit den Betreuern abgestimmt. [Die Versuche im einzelnen:]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funkstörspannungen</li> <li>• Netzfilter</li> <li>• Funkstörleistung</li> <li>• Rahmenantenne</li> <li>• E-Feld Messungen</li> <li>• Schirmung</li> <li>• Kopplungen</li> <li>• Störempfindlichkeit (Surge, Burst)</li> <li>• Electrostatic Discharge (ESD)</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Nach erfolgreicher Teilnahme am EMV-Praktikum sind die Studierenden in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mit Messgeräten wie Spektrumanalysator und Messempfänger umzugehen</li> <li>• Emissionstests mit diversen Sensoren und Antennen durchzuführen</li> <li>• reproduzierbar und normgerecht zu messen</li> <li>• typische Störquellen und Ausbreitungswege der Störungen aufzufinden</li> <li>• die Effektivität verschiedener Entstörmaßnahmen einzuschätzen</li> <li>• Entstörbaulemente und Schirme sinnvoll einzusetzen</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 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: 45 h Eigenstudium: 30 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  Elektromagnetische Verträglichkeit </li> <li>• Versuchsbeschreibungen</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93103	<b>Hands on Rehabilitation and Assistive Robotics (HandsOnRAR)</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Hands on Rehabilitation and Assistive Robotics (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Claudio Castellini	

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 it 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>	Semester: 3
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>	
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>	

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/Projekt: Innovationslabor für Wearable und Ubiquitous Computing (4 SWS)	10 ECTS
3	Lehrende	Charlotte Pradel Misha Sadeghi Prof. Dr. Björn Eskofier Nils Roth Mohamad Wehbi Johannes Link Marlies Nitschke Imrana Abdullahi Yari Ann-Kristin Seifer Alzhaa Ibrahim Matthias Zürl Kai Klede Michael Nissen	

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 (Scrum), teams of 5 to 8 students develop prototypes of products within the wearable and ubiquitous computing field. Participating students have</p>	

		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>	Semester: 3
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 The overall grade consists of four parts: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Team presentation - 30 min, 5 min per student (30%)</li> <li>• Final business pitch and live prototype demonstration - 10 min (10%)</li> <li>• Hardware/software development, Scrum Meetings, Practical work (40%)</li> <li>• Final documentation - approx. 3-6 pages per student (20%)</li> </ul>

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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93102	<b>Interfacing the Neuromuscular System: Laboratory (INS-Lab)</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
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>	Semester: 3
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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97525	<b>Laborpraktikum Bild- und Videosignalverarbeitung auf eingebetteten Plattformen</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Laborpraktikum Bild- und Videosignalverarbeitung auf eingebetteten Plattformen (0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Thanh Dat Nguyen PD Dr.Ing. Jürgen Seiler	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Betrachtet man Anwendungen der Bild- und Videosignalverarbeitung stellt man fest, dass viele davon auf mobilen Plattformen ablaufen. Die dort verwendeten Systeme haben aber häufig nur eine reduzierte Leistungsfähigkeit und müssen besonders auf den Energieverbrauch achten. Nichtsdestotrotz sind aber auch einfache, mobile Systeme wie Smartphones oder Tablets in der Lage, anspruchsvolle Signalverarbeitungsaufgaben für Bild- und Videosignale durchzuführen. Dies umfasst zum Beispiel die Codierung von Bildern und Videos, aber auch die Erzeugung von Panoramen oder die Berechnung von Bildern mit hohem Dynamikumfang.</p> <p>Das Praktikum "Bild- und Videosignalverarbeitung auf eingebetteten Plattformen" soll die Herausforderung, die mit einer Verarbeitung dieser Signale auf eingebetteten Plattformen einhergehen genauer vermitteln und es wird aufgezeigt, wie man selbst auf Plattformen mit eingeschränkter Leistungsfähigkeit entsprechende Algorithmen umsetzen kann. Hierzu werden in dem Praktikum Raspberry Pis als Plattform verwendet und die Programmierung erfolgt in Python.</p> <p>Die Versuche umfassen den Aufbau und die Inbetriebnahme der eingebetteten Plattform, eine Einführung in Python und in die grundlegenden Prozesse der Bild- und Videosignalverarbeitung. Weitere Versuchsinhalte sind die Anbindung einer Kamera, Bildsignalverarbeitungsprozesse mit der Kamera und die Implementierung verschiedener digitaler Filter. Das Praktikum beinhaltet außerdem verschiedene Anwendungen computergestützten Sehens (Computer Vision). Die Detektion von Merkmalen und Objekten in Bildern und Videos werden einführend behandelt und aktuelle Computer Vision Anwendungen, wie die Erstellung eines Panoramas werden betrachtet.</p> <p><b>*Content*:</b></p> <p>Today, many image and video signal processing applications are running on embedded systems. However, the computational power and the energy storage is a limiting demand for embedded systems. Nevertheless, daily mobile devices like smartphone and tablet are able to perform signal processing tasks for image and video signals, for example coding of images and videos, the creation of a panorama or the calculation of images with high dynamic range.</p> <p>The image and video signal processing on embedded systems lab course should show the challenges that occur while handling with such mobile devices and the implementation of such algorithm on an embedded system. Therefore, Raspberry Pis as embedded</p>	

		systems and Python as coding language is used in the laboratory. The experiments include the setup of the Raspberry Pi, an introduction to Python and an introduction to image and video signal processing. In addition, a camera will be connected, signal processing will be done with the camera and digital filters are implemented. Moreover, the laboratory includes different computer vision applications like the creation of a panorama.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die Herausforderungen von eingebetteten Plattformen</li> <li>• wenden die Programmiersprache Python für Bild- und Videosignalverarbeitungs-Algorithmen an</li> <li>• erzeugen funktionsfähige Programme mit der Programmiersprache Python</li> <li>• beurteilen die Funktionsblöcke von Computer Vision-Algorithmen</li> <li>• bewerten die von ihnen erstellten Programme durch subjektive und objektive Vergleiche</li> <li>• reflektieren den Lernprozess während des Praktikums.</li> </ul> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand the challenges of the embedded system</li> <li>• make use of the coding language Python for image and video signal processing algorithms</li> <li>• implement functional programs with Python</li> <li>• evaluate the blocks of computer vision algorithms</li> <li>• evaluate the self-implemented programs by subjective and objective comparison</li> <li>• reflect the learning process in the laboratory.</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 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: 60 h Eigenstudium: 15 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch

16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Das Skript zum Praktikum "Image and video signal processing on embedded platforms" wird in der Einführungsveranstaltung ausgegeben.</p> <p>The laboratory script "Image and video signal processing on embedded platforms" will be handed out in the first session.</p>
----	--------------------------	--

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97500	<b>Laborpraktikum Digitaler ASIC-Entwurf</b> Laboratory: Digital ASIC design	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Digitaler ASIC-Entwurf (Blockpraktikum) (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Jürgen Frickel	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Jürgen Frickel
5	<b>Inhalt</b>	<p>In diesem 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. 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>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz Anwenden Die Studierenden setzen die vorab (in einer anderen LV) erlernte Hardware-Beschreibungssprache VHDL in ihrem vollen Umfang zur Spezifikation und Implementierung eines komplexen, digitalen Systems ein.</p> <p>Analysieren Die Studierenden analysieren ein nur rudimentär beschriebenes digitales mikroelektronisches System, untersuchen mögliche Lösungsansätze und strukturieren diese Lösungsansätze in handhabbare Module.</p> <p>Evaluieren (Beurteilen) 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. Erschaffen</p> <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>Lern- bzw. Methodenkompetenz</p> <p>Die Studierenden erlernen die Methodik zur Transformation einer Systemidee in eine digitale Realisierung.</p> <p>Sozialkompetenz</p> <p>Studierende erlernen, Problemstellungen in Gruppenarbeit gemeinsam zu lösen. 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>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Digitaltechnik (oder ähnliche Grundlagen-LV, z.B. TI-1)</li> <li>• V+Ü "Hardware-Beschreibungssprache VHDL" (oder andere gleichwertige LVen)</li> <li>• oder: nachgewiesene gute Kenntnisse/praktische Erfahrungen in VHDL, z.B. durch Praktikanten- oder Werkstudententätigkeit, intensives Eigenstudium, etc.</li> </ul>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
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>	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 Englisch
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.</p> <p>Poing Franzis 1994</p> <p>Bleck Andreas: Praktikum des modernen VLSI-Entwurfs. Stuttgart</p>

Teubner 1996

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97520	<b>Laborpraktikum Digitale Signalverarbeitung</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Laborpraktikum Digitale Signalverarbeitung (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Matthias Kreuzer Dr.-Ing. Heinrich Löllmann	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Walter Kellermann	
5	<b>Inhalt</b>	<p>In diesem Laborpraktikum wird die Theorie aus der Vorlesung Digitale Signalverarbeitung in der Praxis angewandt, unter Verwendung der Programmierumgebung MATLAB. Die behandelten Themen umfassen Quantisierung, Spektralanalyse, FIR- und IIR-Filterentwurf, Filterbänke, sowie adaptive Filter.</p> <p>Das Praktikum besteht aus 5 Versuchsterminen, an denen die Teilnehmer in Zweiergruppen Programmieraufgaben lösen, und einem 5-tägigen Block, in dem jede Gruppe ein individuelles Projekt aus dem Bereich der Digitalen Signalverarbeitung bearbeitet.</p> <p>Das Praktikum erfordert vorhandene MATLAB-Programmierkenntnisse. Es ist möglich, das Praktikum parallel zur Vorlesung Digitale Signalverarbeitung zu besuchen, allerdings ist es dazu notwendig, die jeweiligen Vorlesungsinhalte vor dem Praktikumstermin zu wiederholen, und an Übung und Tutorium teilzunehmen.</p> <p>*Contents*</p> <p>In this laboratory course the theory from the lecture Digital Signal Processing is applied in practice, using the programming environment MATLAB. The topics include quantization, spectral analysis, FIR and IIR filter design, filter banks and adaptive filters.</p> <p>The course consists of 5 guided experiments in which students work on programming problems in groups of two, and a 5-day block course where each group works on an individual project from the field of digital signal processing.</p> <p>The preparation, as well as the results of the past experiment will be examined by a short test at the beginning of each experiment. For passing the lab course, a minimum number of points from the tests and the project is required.</p> <p>The course requires previous experience in MATLAB programming. It is possible to take the course in parallel to the DSP lecture, however, revision of the relevant lecture contents before each lab lesson, and participation in the DSP exercises and tutorials is required.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erzeugen funktionsfähige MATLAB-Programme zu den einzelnen vorgezeichneten Experimenten und wenden damit das in Vorlesung und Übung erworbene Wissen an</li> <li>• analysieren und evaluieren den von ihnen implementierten Algorithmus</li> <li>• verstehen die Anforderungen praktischer Realisierungen von Algorithmen zur Digitalen Signalverarbeitung</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>reflektieren ihren eigenen Lernprozess während des Praktikums.</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>	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>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>The script for this lab course will be handed out at the introductory meeting. Moreover, the following books are recommended</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>J.G. Proakis, D.G. Manolakis: Digital Signal Processing. 4th edition. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 2007.</li> <li>A.V. Oppenheim, R.V. Schaffer: Digital Signal Processing. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1975.</li> <li>K.D. Kammeyer, K. Kroschel: Digitale Signalverarbeitung: Filterung und Spektralanalyse mit MATLAB®-Übungen . 8. Aufl. Teubner, Stuttgart, 2012</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97530	<b>Laborpraktikum Eingebettete Mikrocontroller-Systeme (PEMSY)</b> Laboratory course: Embedded microcontroller systems (PEMSY)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Eingebettete Mikrocontroller-Systeme (Blockpraktikum) (3 SWS) Praktikum: Praktikum Eingebettete Mikrocontroller-Systeme (semesterbegleitend) (3 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Sebastian Klob	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Albert Heuberger	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Dieses Praktikum führt die Studierenden in das Gebiet der eingebetteten Mikrocontroller-Systeme ein. Basierend auf dem Stoff der Vorlesungen Digitaltechnik, Schaltungstechnik und Systemprogrammierung bearbeiten die Teilnehmer/-innen eine Problemstellung, die mittels einer Maschine" gelöst werden soll. Zusätzlich notwendiges Wissen wird vermittelt, damit diese Maschine" in 2er-Gruppen weitgehend selbständig aufgebaut werden kann. Verwendet wird eine vom Lehrstuhl selbst entwickelte Platine auf Basis des AVR ATmega32 mit einem LCD-Display und einem ISM-Funkmodul. Schrittweise erfolgt der Lötaufbau des USB-Programmieradapters und der Hardware-Plattform mit Blick auf das zu realisierende Gesamtsystem. Während die Programmiermodule immer umfangreicher werden, wird mit zunehmender Erfahrung der Teilnehmer/-innen das System auf einem Lochrasterfeld durch eigene Schaltungen ergänzt und erweitert. Als Besonderheit darf die entwickelte Maschine" nach dem Ende des Praktikums von den Teilnehmern behalten werden. Programmiert wird konsequent in C (und Inline-Assembler) und verwendet werden ausschließlich frei verfügbare Entwicklungshilfsmittel. Für einen kontinuierlichen Entwicklungsfortschritt im Zusammenspiel mit dem Hardwareaufbau ist es hierbei unerlässlich das bereits gewisse Erfahrungen in dieser Programmiersprache bestehen. Nach Abschluss des Praktikums sind die Teilnehmer/-innen in der Lage ein Mikrocontroller-System für den Einsatz in einem Mess- oder Steuerungsprojekt aufzubauen, effektiv zu programmieren und Daten über eine Kurzstreckenfunkübertragung auszutauschen.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung PEMSYP sind die Studierenden in der Lage die Konzepte und Verfahren der Mikrocontroller-Programmierung anzuwenden. Die Studierenden lernen dabei eigene Software für Mikrocontroller zu entwickeln. Sie lernen die Funktionsweise und den Einsatzzweck diverser Komponenten wie z.B. Strukturelemente und On-Chip-Peripherie am Beispiel des Mikrocontrollers ATmega32 zu verstehen. Dabei analysieren sie deren Zeitverhalten, entwickeln Methoden zum Anschluss von Peripherie-Elementen und bewerten Wechselwirkungen zwischen Hard- und Software.</p>	

		<p>Die Studierenden sind weiterhin nach der Veranstaltung in der Lage, eine Entwicklungsumgebung für Mikrocontroller anzuwenden, sie lernen folgende Aspekte zu verstehen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Software-Entwicklung unter Linux</li> <li>• Erzeugung von lauffähigem Code auf einem Mikrocontroller</li> <li>• Übertragung von Binärcode zum Mikrocontroller</li> </ul> <p>Im Rahmen des Aufbaus zweier Platinen werden zusätzlich folgende Inhalte vermittelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Löten an bedrahteten Bauelementen</li> <li>• Aufbau von einer Programmieradapterschaltung</li> <li>• Aufbau von einer Entwicklungsplattform mit integriertem Mikrocontroller und LCD-Display</li> <li>• Systematische Fehlersuche</li> </ul> <p>Durch die verwendeten Hard- und Software-Komponenten und generell gültigen Methodiken im Praktikum sind die erlernten Inhalte auch auf andere Mikrocontroller-Architekturen und Entwicklungssysteme übertragbar. Durch die Aufgabenstellungen des Praktikums sind die Studierenden später in der Lage, folgende Kommunikationsschnittstellen zu verstehen und eigene Treiber dafür zu entwickeln:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Serielle synchrone Datenübertragung (SPI)</li> <li>• serielle asynchrone Datenübertragung (UART)</li> <li>• parallele bidirektionale Datenübertragung über einen Bus</li> </ul> <p>Weiterhin sind die Studierenden nach dem Praktikum in der Lage folgende Kommunikationsprotokolle anzuwenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Befehlssatz des LCD Controllers HD44780</li> <li>• Befehlssatz eines ISM Funkmoduls</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Beherrschung der Inhalte von Lehrveranstaltungen in einem ingenieurwissenschaftlichen Grundstudium, die in die Grundlagen der Informatik und Elektrotechnik einführen</li> <li>• Kenntnisse in der Programmiersprache C</li> <li>• Grundverständnis von Booleschen Operationen</li> <li>• Englischkenntnisse</li> <li>• Deutschkenntnisse</li> </ul>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 4
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>	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>	Kernighan / Ritchie: The C Programming Language <a href="https://www.like.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/">https://www.like.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/</a>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92518	<b>Laborpraktikum Halbleitertechnologie</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr.-Ing. Tobias Dirnecker	
5	<b>Inhalt</b>	Das Praktikum Halbleitertechnologie vermittelt einen ersten praktischen Einstieg in die Halbleitertechnologie. Im Verlauf des Herstellungsprozesses einer Solarzelle werden die Herstellungsschritte Oxidation, Implantation, Lithographie, Ätzen und Metallisierung durchgeführt. Darüber hinaus werden wichtige Messverfahren zur Prozesskontrolle wie Schichtdickenmessverfahren, Schichtwiderstandsmessverfahren vorgestellt und zum Schluss die hergestellten Solarzellen an Hand ihrer Strom/Spannungs-Kennlinie elektrisch charakterisiert (Wirkungsgrad etc.).	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz</p> <p>Verstehen</p> <p>verstehen die Funktionsweise von Solarzellen</p> <p>Anwenden</p> <p>können typische Prozessgeräte und Methoden der Prozesskontrolle in einer Halbleiterfertigung erklären</p> <p>Analysieren</p> <p>sind in der Lage, verschiedene Technologieschritte hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile zu analysieren</p> <p>Lern- bzw. Methodenkompetenz</p> <p>sammeln praktische Erfahrung im Umgang mit Halbleiterscheiben unter den besonderen Arbeitsbedingungen eines Reinraumes</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundkenntnisse zu Halbleiterbauelementen</li> <li>• Modul HLT I - Technologie Integrierter Schaltungen von Vorteil</li> </ul>	
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>		
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>		
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	
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>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktikumsskripte</li> <li>• Unterlagen zu den Modulen [HLT I - Technologie integrierter Schaltungen] und [HL I - Bipolartechnik] (am Lehrstuhl erhältlich)</li> <li>• Götzberger, A., Voß, B., Knobloch, J.: Sonnenenergie:   Photovoltaik , Teubner Verlag, Stuttgart, 1994</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97570	<b>Laborpraktikum Halbleiter- und Bauelementemesstechnik</b> Laboratory course: Semiconductor and component metrology	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Halbleiter- und Bauelementemesstechnik (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Tobias Dirnecker Anne-Marie Lang Jan Dick Jannik Schwarberg Julian Schwarz	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr.-Ing. Tobias Dirnecker
5	<b>Inhalt</b>	Im Praktikum zur Halbleiter- und Bauelementemesstechnik wird ein Teil der in der gleichnamigen Vorlesung besprochenen Messverfahren praktisch durchgeführt. Zu Beginn des Praktikums wird die Relevanz der Messtechnik zur Prozesskontrolle aber auch in der Bauelementeentwicklung anhand eines typischen CMOS-Prozesses erläutert. Im Bereich Halbleitermesstechnik werden dann Versuche zur Scheibeneingangskontrolle, zu optischen Schichtdicken- und Strukturbreitenmessverfahren, sowie zur Profilmesstechnik durchgeführt. Im Bereich Bauelementemesstechnik werden MOS-Kondensatoren und MOS-Transistoren, Dioden, Widerstände und spezielle Teststrukturen elektrisch charakterisiert.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden Fachkompetenz Anwenden können physikalische und elektrische Mess- und Analysemethoden im Bereich der Halbleiter- und Bauelementemesstechnik anwenden Analysieren können Teststrukturen und Bauelemente mit geeigneten Methoden charakterisieren Evaluieren (Beurteilen) können die entsprechenden Messergebnisse bewerten Lern- bzw. Methodenkompetenz können elektrische Messungen an Halbleiterscheiben, Teststrukturen und Bauelementen durchführen und auswerten Selbstkompetenz können in Gruppen kooperativ arbeiten und Messergebnisse gemeinsam reflektieren
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundkenntnisse zu Halbleiterbauelementen</li> <li>• Vorlesung Halbleitertechnik V - Halbleiter- und Bauelementemesstechnik empfehlenswert</li> </ul>
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>	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	
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>	<p>Vorbereitende Literatur auf die Versuche:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Dieter K. Schroder: Semiconductor Material and Devices Characterization, Wiley-IEEE, 2006</li> <li>◦ W.R. Runyan, T.J. Shaffner: Semiconductor Measurements and Instrumentations, McGraw-Hill, 1998</li> <li>◦ A.C. Diebold: Handbook of Silicon Semiconductor Metrology, CRC, 2001</li> </ul> </li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92507	<b>Laborpraktikum Human-Robot Interaction</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Human-Robot Interaction Laboratory (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Martin Rohrmüller Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Six experiments are completed in the HRI (Human Robot Interaction) practical course. After an introduction to ROS and Python, three experiments are carried out with a Franka-Emika lightweight robot and two experiments with a humanoid NAO robot. The structure of each experiment is composed of a preparation phase, an execution phase and a reflection phase, in which the participants work in groups on tasks to create a complex application on each of the platforms.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to the Robot Operating System (ROS)</li> <li>• Introduction to Python</li> <li>• Teleoperation of the lightweight robot</li> <li>• Collaboration with the lightweight robot</li> <li>• Collision detection and reconfiguration with the lightweight robot</li> <li>• Object recognition with the humanoid robot as platform</li> <li>• Object recognition with neural networks</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Upon completion of the lab course, students will be able to understand the basic concepts of ROS and design applications of a lightweight robot in terms of human-machine interaction. They will learn how humanoid robots work and assess their current state of the art.	
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 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>	Englisch	



1	<b>Modulbezeichnung</b> 97651	<b>Laborpraktikum Image and Video Compression</b> Laborpraktikum Multimediakommunikation	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr.-Ing. Christian Herglotz	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Programmierumgebung MATLAB</li> <li>• Realisierung der Verarbeitungsblöcke von Videocodern</li> <li>• Aufbau eines Videocodecs und optionale Erweiterungen</li> <li>• Durchführung eines subjektiven Vergleichs verschiedener Videocodecs</li> <li>• Präsentation und kritische Beurteilung der Ergebnisse</li> </ul> <p>*Content*</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to MATLAB</li> <li>• Implementation of the single video codec processing blocks</li> <li>• Integration into the video codec pipeline, tests, and extensions</li> <li>• Participation in a subjective video test of selected implementations</li> <li>• Presentation and discussion of the achieved results.</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erzeugen ein funktionsfähiges Programmsystem mit der Programmierumgebung MATLAB,</li> <li>• beurteilen die Funktionsblöcke von Video-Codern,</li> <li>• gestalten ihren eigenen Videocodec und entwickeln dazu von ihnen selbst gewählte optionale Erweiterungen,</li> <li>• bewerten die von ihnen realisierten Videocodecs durch einen subjektiven Vergleich,</li> <li>• reflektieren den Lernprozess während des Praktikums.</li> </ul> <p>* Learning Targets and Skills:*</p> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• create a fully functional program using the programming environment MATLAB,</li> <li>• evaluate the processing blocks of a typical video codec,</li> <li>• design their own video codec and enhance it by extensions of their choice,</li> <li>• evaluate their implemented video codecs in a subjective comparison,</li> <li>• reflect upon the methods conveyed during the laboratory.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Das Praktikum Image and Video Compression wendet sich an Studierende aus den Studiengängen EEI, IuK und CE, die die Vorlesung Bild- und Videocodierung (Image and Video Coding) im gleichen Semester hören oder bereits gehört haben.</p> <p>The lab course Image and Video Compression is suited for students from the field of study in EEI, IuK, WIng, ASC, CME, and CE, who participate in the lecture Image and Video Compression in the current summer semester or who have already attended the lecture.</p>	

8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
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>	nur im Sommersemester
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>	Das Skriptum Praktikum Image and Video Compression wird in der Einführungsveranstaltung ausgegeben.  The lab course notes will be distributed during the introductory meeting.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97610	<b>Laborpraktikum Leistungselektronik</b> Laboratory course: Power electronics	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Leistungselektronik (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Nikolai Weitz Stefanie Büttner Melanie Lavery Thomas Eberle Madlen Hoffmann	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Thomas Eberle	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Das Praktikum dient der Vertiefung und praktischen Anwendung des in der Vorlesung Leistungselektronik erarbeiteten Stoffes. Es werden 6 Versuche in Dreiergruppen durchgeführt. Die Versuche 1-3 werden vom Lehrstuhl EAM, die Versuche 4-6 vom Lehrstuhl EMF durchgeführt.</p> <p>Kurzbeschreibung der Versuche:</p> <p>*1. Eigenschaften eines Insulated Gate Bipolar Transistors (IGBT)* In diesem Versuch wird das Durchlaß- und Schaltverhalten eines IGBT und der antiparallelen Freilaufdiode bei Variation von Parametern, wie Gatewiderstand, Streuinduktivität usw., untersucht.</p> <p>*2. Dreiphasiger Pulsumrichter* Über einen dreiphasigen Pulsumrichter mit U/f-Steuerung wird eine Asynchronmaschine gespeist, die von einer Gleichstrommaschine belastet wird. Untersucht werden die Netzspannungen und -ströme, die Motorspannungen und -ströme und interne Größen des Pulsumrichters bei Variation der Belastung.</p> <p>*3. Unterbrechungsfreie Stromversorgung (Online) (USV)* Untersucht wird das Betriebsverhalten einer serienmäßigen USV bei verschiedenen Netzstörungen und Belastungen.</p> <p>*4. Flyback-Converter Schaltung* An einer hochfrequent getakteten dc-dc Schaltung mit galvanischer Trennung von Eingangs- und Ausgangsspannung sollen Untersuchungen zu den folgenden Themen durchgeführt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kontinuierliche bzw. diskontinuierliche Betriebsart</li> <li>• Realisierung mehrerer Ausgangsspannungen.</li> </ul> <p>*5. Analyse eines dc-dc Schaltnetztes* Untersucht werden sollen Fragestellungen aus den Bereichen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verlustmechanismen / Wirkungsgrad</li> <li>• Schaltverhalten von MOSFETS</li> <li>• Reduzierung von unerwünschten Oszillationen und Überspannungen.</li> </ul> <p>*6. CUK - Converter* Untersucht wird das Betriebsverhalten einer CUK-Converter Schaltung und die Möglichkeit zur Kompensation des Hochfrequenzstromes am Eingang bzw. Ausgang der Schaltung (magnetische Integration).</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Studierende arbeiten an den folgenden Fachkompetenzen:</p> <p>Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Die Studierenden bauen die Versuche teilweise selbst auf und führen Messungen durch. Evaluieren (Beurteilen) Die Messergebnisse werden mit Vorlesung und Übung verglichen und die Ergebnisse werden analysiert.</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 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>	EMF: Arbeitsblätter zur Vorlesung  Leistungselektronik   EAM: Skript zur Vorlesung  Versuchsbeschreibungen

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97640	<b>Laborpraktikum Mobilkommunikation</b> Laboratory course: Mobile communication	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Wolfgang Gerstacker
5	<b>Inhalt</b>	<h3>Experiments</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Characteristics of real mobile radio channels such as distortions and time variability</li> <li>◦ models for mobile radio channels</li> <li>◦ effects on the performance of a mobile radio system</li> </ul> </li> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Principles of different equalization methods</li> <li>◦ equalizer design for GSM / EDGE</li> <li>◦ simulation of trellis-based equalizers and visualization of the results</li> </ul> </li> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Principle of OFDM</li> <li>◦ implementation-relevant aspects such as nonlinearities and peak-to-average-power ratio</li> <li>◦ synchronization and equalization</li> </ul> </li> <li>• MIMO Transmission (2 experiments)</li> </ul> <hr/> <h3>Versuche</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Eigenschaften realer Mobilfunkkanäle wie Verzerrungen und Zeitvarianz,</li> <li>◦ Modelle für Mobilfunkkanäle</li> <li>◦ Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit eines Mobilfunksystems</li> </ul> </li> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Prinzipien verschiedener Entzerrverfahren</li> <li>◦ Entzerrerdesign für GSM/EDGE</li> <li>◦ Simulation von trellisbasierten Entzerrern und Visualisierung der Ergebnisse</li> </ul> </li> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Prinzip von OFDM</li> <li>◦ implementierungsrelevante Aspekte wie Nichtlinearitäten und Spitzenwertfaktor</li> <li>◦ Synchronisation und Entzerrung</li> </ul> </li> <li>• MIMO Übertragung (2 Versuche)</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<h3>The students</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>• describe the characteristics of real mobile radio channels,</li> <li>• explain the principles of OFDM and MIMO transmission systems,</li> <li>• implement equalization and adaptation procedures in Matlab,</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• perform radio network simulations,</li> <li>• learn to develop program code,</li> <li>• work together in a small team.</li> </ul> <hr/> <h3>Die Studierenden</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>• charakterisieren die Eigenschaften realer Mobilfunkkanäle,</li> <li>• erklären die Funktionsweise von OFDM- und MIMO-Übertragungssystemen,</li> <li>• implementieren Entzerrungs- und Adaptionenverfahren in Matlab,</li> <li>• führen Funknetzsimulationen durch,</li> <li>• erlernen Programmcode eingeständig zu entwickeln,</li> <li>• arbeiten zielorientiert in einem kleinen Team zusammen.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Vorkenntnisse aus Vorlesungen zu Nachrichtenübertragung (Communications) und Systemtheorie (Signals and Systems); Inhalte des Moduls "Mobile Communications" sind erforderliche Voraussetzung für eine sinnvolle Teilnahme;
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
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>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• There are 8 experiments to be completed as well as an introduction to Matlab. These are described in the course materials.</li> <li>• Each experiment is to be prepared in writing at home. The preparation is checked and evaluated (sufficient/not sufficient) at the beginning of each experiment.</li> <li>• The results of each experiment are to be kept on the experimental computers during the execution of the experiment (programming tasks) and are checked at the end of the experiment (sufficient/not sufficient). Measurement results are to be documented in writing.</li> <li>• To pass the course, 8 sufficient experiment preparations and 8 sufficient experiment executions are required.</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es sind 8 Versuche sowie eine Einführung in Matlab zu absolvieren. Diese sind in den Kursunterlagen beschrieben.</li> <li>• Jeder Versuch ist zu Hause schriftlich vorzubereiten. Die Vorbereitung wird zu Beginn eines jeden Versuchs überprüft und bewertet (ausreichend/nicht ausreichend).</li> <li>• Die Ergebnisse eines jeden Versuchs sind während der Versuchsdurchführung auf den Versuchsrechnern vorzuhalten (Programmieraufgaben) und werden zum Abschluss des Versuchs überprüft (ausreichend/nicht ausreichend). Messergebnisse sind schriftlich zu dokumentieren.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zum Bestehen des Praktikums sind 8 ausreichende Versuchsvorbereitungen und 8 ausreichende Versuchsdurchführungen notwendig.</li> </ul>
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 35 h Eigenstudium: 40 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Skriptum zum Praktikum Mobilkommunikation

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97690	<b>Laborpraktikum Sensorik</b> Laboratory course: Sensor technology	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Sensorik-Praktikum (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Helen Groll Matthias Voß	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle
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>	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>	
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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97535	<b>Laborpraktikum Statistische Signalverarbeitung</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Walter Kellermann	
5	<b>Inhalt</b>	<p>After an introduction to scientific programming with Python, experiments and exercises related to the following topics are carried out during the laboratory course:</p> <p>Fundamental properties of random variables and stochastic processes          Properties of correlations matrices, Principal Component Analysis (PCA), KLT          Parametric and non-parametric linear signal models          MMSE signal estimation          Kalman filtering with applications to source tracking          Optimum multichannel filtering          Introduction to adaptive filtering.</p> <p>In the second phase of the lab course, the students will work in small project teams on relevant research problems.</p> <p>Nach einer Einführung in den Gebrauch der Programmiersprache Python werden Experimente und Übungen zu folgenden Themen der Statistischen Signalverarbeitung durchgeführt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Eigenschaften von Zufallsvariablen und stochastischer Prozesse</li> <li>• Eigenschaften von Korrelationsmatrizen, Hauptachsentransformation, KLT</li> <li>• Parametrische und nicht-parametrische lineare Signalmodelle</li> <li>• MMSE-Signalschätzung</li> <li>• Kalman-Filterung mit Anwendungen zur Signalquellenverfolgung</li> <li>• Optimale Mehrkanalfilterung,</li> <li>• Einführung in die adaptive Filterung.</li> </ul> <p>In der zweiten Phase des Praktikums werden die Studenten in kleinen Projektgruppen (max. 3 Studenten) selbstständig eine forschungsrelevante Problemstellung analysieren und mögliche Lösungsansätze erarbeiten, implementieren und evaluieren.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The students implement Python codes to solve described problems and apply their collected knowledge, analyze, evaluate and discuss the implemented algorithms, familiarize themselves with the necessary steps to implement theoretical models, reflect their learning progress during the laboratory.</p> <p>Die Studenten</p>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• verfassen Python-Programme zu den einzelnen vorgezeichneten Experimenten und wenden damit das in Vorlesung und Übung erworbene Wissen an,</li> <li>• analysieren und evaluieren implementierte Algorithmen,</li> <li>• erlernen die notwendigen Schritte zur praktischen Umsetzung von theoretischen Modellen,</li> <li>• reflektieren ihren eigenen Lernprozess während des Praktikums.</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 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: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97720	<b>Laborpraktikum Systematischer Entwurf programmierbarer Logikbausteine</b> Laboratory course: Systematic design with programmable logic devices (PLD)	2,5 ECTS
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum für systematischen Entwurf programmierbarer Logikbausteine (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Albert-Marcel Schrotz	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Robert Weigel	
5	<b>Inhalt</b>	In diesem Praktikum wird eine Einführung in den systematischen Entwurf Programmierbarer Logikbausteine geben. Außerdem werden Grundkenntnisse in der Hardwarebeschreibungs- und Programmiersprache VHDL vermittelt. Auch alternative Eingabeformate, wie die Fuse-Map oder über Einfügen von Schaltplänen werden vorgestellt. Nach der Simulation werden die erstellten Programme auf realer Hardware, einem FPGA-Board, per In-System-Programmierung" getestet. Es besteht Anwesenheitspflicht.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden erlangen grundlegende Kenntnisse in VHDL</li> <li>• Die Studierenden verstehen die der Hardware-Programmierung zu Grunde liegenden Systematik</li> <li>• Die Studierenden analysieren und vergleichen unterschiedliche Ansätze von Hardware-Beschreibungsmöglichkeiten</li> <li>• Die Studierenden vertiefen die Grundlagen der Digitaltechnik</li> <li>• Die Studierenden erlangen die Fähigkeit, einfache Problemstellungen systematisch in eine Hardwarebeschreibung umzusetzen</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Vorkenntnisse: Grundlagen digitaler Schaltungen	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 4	
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>	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	



1	<b>Modulbezeichnung</b> 47629	<b>Neurotechnology Project</b>	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Neurotechnology Project (8 SWS)	-
3	Lehrende	Alina Schüller Jonas Auernheimer Prof. Dr. Tobias Reichenbach	

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: 3

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 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.
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Praktikumsleistung Schriftlicher Bericht (50%) mündlicher Bericht (50%)
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>	Dayan, Peter, and Laurence F. Abbott. <i>Theoretical neuroscience: computational and mathematical modeling of neural systems</i> . Computational Neuroscience Series, 2001.  Gerstner, Wulfram, et al. <i>Neuronal dynamics: From single neurons to networks and models of cognition</i> . Cambridge University Press, 2014.  Oweiss, Karim G., ed. <i>Statistical signal processing for neuroscience and neurotechnology</i> . Academic Press, 2010.  Maurits, Natasha. <i>From neurology to methodology and back: an introduction to clinical neuroengineering</i> . Springer Science & Business Media, 2011.  Clément, Claude. <i>Brain-Computer Interface Technologies</i> . Springer International Publishing, 2019.

DiLorenzo, Daniel J., and Joseph D. Bronzino, eds. *Neuroengineering*.  
CRC Press, 2007.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93142	<b>The AMOS Project (SD Role, PROJ 10 ECTS)</b>	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: The AMOS Project (UE) (2 SWS) Vorlesung: The AMOS Project (VL) (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr. Dirk Riehle	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Dirk Riehle
5	<b>Inhalt</b>	<p>This course teaches agile methods (Scrum and XP) and open source tools using a single semester-long project.</p> <p>Topics covered are:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agile methods and related software development processes</li> <li>• Scrum roles, process practices, including product and engineering management</li> <li>• Technical practices like refactoring, continuous integration, and test-driven development</li> <li>• Principles and best practices of open source software development</li> </ul> <p>The project is a software development project in which each student team works with an industry partner who provides the idea for the project. This is a practical hands-on experience. Students can play one of two primary roles:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Product owner. In this function, a student defines, prioritizes, communicates, and reviews requirements. The total effort adds up to 5 ECTS.</li> <li>• Software developer. In this function, a student estimates their effort for requirements and implements them. The total effort adds up to 10 ECTS.</li> </ul> <p>Students will be organized into teams of 7-8 people, combining product owners with software developers. An industry partner will provide requirements to be worked out in detail by the product owners and to be realized by the software developers. The available projects will be presented in the run-up to the course.</p> <p>Class consists of a 90min lecture followed by a 90min team meeting. Rooms and times for team meetings are assigned at the beginning of the semester.</p> <p>You must be able to regularly participate in the team meetings. If you can't, do not sign up for this course. Students choosing the software developer role must have prior software development experience.</p> <p>Sign-up and further course information are available at <a href="https://amos.uni1.de">https://amos.uni1.de</a> - please sign up for the course on StudOn (available through previous link) as soon as possible.</p> <p>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 software products and software development in an industry context</li> <li>• Students learn about agile methods, in particular, Scrum and Extreme Programming</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>Students gain practical hands-on experience with a Scrum process and XP technical practices</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	- For software developer role: OSS-ADAP
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>	Praktikumsleistung
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
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96265	<b>Praktikum Analog-Digital-Umsetzer</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten. ja	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Albert-Marcel Schrotz	
5	<b>Inhalt</b>	<p>-Einführung ins high performance Analog/Mixed Signal Chipdesign          -Design eines kompletten SAR-Analog-Digital-Umsetzers in Cadence          -Spezifikation und Entwurf der Subblöcke (Komparator, Abtast-Halteglied, Charge Redistribution DAC, SAR-Logik)</p> <p>Empfohlene Literatur:          -Skript zum Praktikum          -Skript zur Vorlesung ADU (Dr.-Ing. Frank Ohnhäuser)          -Skript zur Vorlesung SIA (Andreas Wickmann)          -Vorlesung Digitale Elektronische Systeme</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden bekommen einen Einblick in die Entwicklung von Analogschaltungen mit Hilfe der Entwurfssoftware Cadence.	
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 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: 38 h Eigenstudium: 37 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>Literaturhinweise</b>		

1	<b>Modulbezeichnung</b> 182405	<b>Praktikum Architekturen der digitalen Signalverarbeitung</b> Laboratory architectures for digital signal processing	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Architekturen der digitalen Signalverarbeitung (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Christof Pfannenmüller	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Georg Fischer	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau einer akustischen FSK Datenverbindung</li> <li>• Einführung in die VHDL Programmierung eines FPGAs</li> <li>• Erzeugung einer PRBS Sequenz</li> <li>• Effiziente Implementierung eines Sinusgenerators mit Hilfe des Cordic Algorithmus</li> <li>• Digitale Filterung</li> <li>• Demodulation/Detektion</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden erlangen Grundlagenkenntnisse in der Programmierung mit MATLAB und VHDL</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, eine digitales Datenübertragungssystem vom Sender bis zum Empfänger theoretisch zu konzeptionieren, in MATLAB zu simulieren und praktisch in VHDL auf einem FPGA umzusetzen</p> <p>Die Studierenden erhalten die theoretische und praktische Fähigkeit, digitale Signale zu definieren, zu verarbeiten, digitale Filter zu erzeugen und Signale mit diesen zu manipulieren</p> <p>Die Studierenden verstehen die Schnittstelle zwischen der digitalen und analogen Ebene und sind in der Lage, diese Schnittstellen auf einem FPGA Evaluation Board zu verwenden</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 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: 45 h Eigenstudium: 30 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch	



1	<b>Modulbezeichnung</b> 510068	<b>Praktikum Automatisierungstechnik</b> Laboratory on automation	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr.-Ing. Andreas Michalka	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Je zwei Versuche zur Regelungstechnik (LRT), zur Sensorik (ASM) und zur elektrischen Antriebstechnik (EAM):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zustandsregelung eines reduzierten Helikoptermodells (LRT)</li> <li>• Dreitank-Füllstandsregelung (LRT)</li> <li>• Abstands- und Wegsensoren (ASM)</li> <li>• Kalibrierung eines Sensorhandschuhs (ASM)</li> <li>• Befüllautomat (EAM)</li> <li>• Ebenenpositioniersystem "Heißer Draht" (EAM)</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wenden das Methodenwissen aus den automatisierungstechnischen Kernmodulen zur Regelungstechnik, Sensorik und elektrischen Antriebstechnik in jeweils zwei beispielhaften technischen Anwendungen an.</li> <li>• interpretieren die anfallenden Beobachtungen und werten die Ergebnisse mit Blick auf die jeweils zur Anwendung gebrachten Methoden und die eingesetzte Gerätetechnik aus.</li> <li>• erwerben praktische Erfahrung im Umgang mit automatisierungstechnischen Methoden und Werkzeugen der Regelungstechnik, Sensorik und elektrischen Antriebstechnik</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Vorlesungen Regelungstechnik A, Regelungstechnik B, Sensorik sowie Elektrische Antriebstechnik II	
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>	Studienleistung, Praktikumsleistung, unbenotet, 2,5 ECTS weitere Erläuterungen: Die Praktikumsleistung umfasst zum Scheinerwerb zu jedem der Laborversuche die häusliche Vorbereitung, die selbstständige Versuchsdurchführung durch die Gruppe mit Hilfe einer Anleitung sowie die Interpretation der angefallenen Beobachtungen in der Gruppe. Ein nicht erfolgreich absolvierter Versuch kann am Praktikumsende wiederholt werden.	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>		
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	

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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92356	<b>Praktikum Communications Systems Design</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Communications Systems Design (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende		

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Arslan Ali Prof. Dr.-Ing. Georg Fischer Prof. Dr.-Ing. Norman Franchi	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Learning based on LabVIEW communications and NI USRP: Introduction to USRP including hardware blocks of Tx/Rx chains Getting familiar with LabVIEW communications environment and controlling VIs (Panel, diagram, etc.) and fundamentals of LabVIEW programming: data types, arrays, flow control (for/while loop), clusters, case structures, signal sources, sinks, signal processing tools, filters, time/ frequency domain analysis, etc.</p> <p>Transmission and reception of analog modulation schemes: AM/DSB-SC and FM Implementation of digital modulation schemes: ASK, FSK, BPSK, QPSK, 16-QAM, etc. Digital Tx/Rx: symbol mapping, upsampling/downsampling, pulse shaping (rectangular, Gaussian, RRC), matched filtering, pulse alignment, synchronization, and detection Phase synchronization, FDM and image rejection algorithm Eye diagram analysis: ISI, clock jitter, optimal sampling time, detection threshold Power control for over-the-air transmission in sub-6 GHz ISM bands and analysis on fading and multipath propagation effects Channel estimation, equalization (decision directed, linear LS, adaptive LMS), modelling: coherence bandwidth and propagation delay Learning based on MATLAB and USRPs (Communications toolbox and SDR support packages): OFDM Tx/Rx with frequency domain equalization (FDE) and synchronization (training sequence and frame detection) LTE downlink transmission (MIMO) including system information blocks (SIB) and spectrum analysis including estimation/calibration of carrier frequency offset (CFO) Impairments/distortion analysis: ACPR, EVM tool: IQ offset errors, phase noise, PA nonlinearity, etc. Learning based on GNU Radio and RTL-SDR: Introduction to GNU Radio with RF prototyping demonstration Spectrum analyzer implementation: RBW, VBW, sweep time, and phase noise Small Project/assignment for students</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Students Can bridge the gap between communications theory, analog/digital baseband, and RF design	

		<p>Can develop quick and flexible prototypes for real-time communications systems and standards using SDR solutions</p> <p>Can determine the design parameters and assess the interaction between various analog and digital parts</p> <p>Can create efficient Tx/Rx programs and signal processing algorithms in LabVIEW, MATLAB, and GNU Radio</p> <p>Can implement channel estimation and equalization algorithms in TDD and FDD systems</p> <p>Can demonstrate MIMO and OFDM based systems like LTE and beyond</p> <p>Can quantify and evaluate system performance using EVM and impairments analysis</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 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 Wintersemester
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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93511	<b>Praktikum Digitale Übertragung</b> Digital communication Lab	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Digitale Übertragung (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Clemens Stierstorfer	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Robert Schober	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 Digital Transmission of Data 1.1 Introduction, Background, Motivation 1.2 Purpose 1.3 Lab Environment 1.3.1 Transmitter 1.3.2 Receiver 1.4 Lab Exercises 1.4.1 Signal Generation at the Transmitter 1.4.2 (Coherent) Receivers for Pulse Amplitude Modulation 1.4.3 Transmission over the AWGN Channel</li> <li>• 2 Implementation of Transmitter and Receiver in Matlab 2.1 Introduction, Background, Motivation 2.2 Purpose 2.3 Lab Environment 2.3.1 Oversampling factor 2.3.2 Transmitter 2.3.3 Channel 2.3.4 Receiver 2.4 Lab Exercises 2.4.1 Transmitter 2.4.2 Channel 2.4.3 Receiver 2.4.4 BER calculation</li> <li>• 3 Variants of PAM-Transmission Schemes 3.1 Introduction, Background, Motivation 3.2 Purpose 3.3 Lab Environment 3.4 Lab Exercises 3.4.1 Basic Pulse Shape 3.4.2 Offset-QAM 3.4.3 Gaussian Minimum Shift-Keying 3.4.4 "Carrierless Amplitude and Phase Modulation</li> <li>• 4 OFDM 4.1 Introduction, Background, Motivation 4.1.1 Orthogonal Frequency-Division Multiplexing 4.1.2 Bit Loading 4.2 Purpose 4.3 Lab Environment 4.4 Lab Exercises 4.4.1 OFDM Transmitter 4.4.2 OFDM Receiver 4.4.3 Bit Loading</li> <li>• 5 Signal Space Representation 5.1 Introduction, Background, Motivation 5.2 Purpose 5.3 Lab Environment 5.4 Signal Space Representation 5.4.1 Orthogonality 5.4.2 Orthogonalization 5.5 Lab Exercises 5.5.1 Transmission with signal elements 5.5.2 Gram-Schmidt Procedure 5.5.3 Frequency Shift Keying</li> <li>• 6 Signal Processing in MIMO Systems 6.1 Introduction, Background, Motivation 6.2 Lab Environment 6.3 Lab Exercises 6.3.1 System Model 6.3.2 SISO 6.3.3 SIMO 6.3.4 MIMO</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden vertiefen und erweitern ihre Kenntnisse der digitalen Nachrichtenübertragungsverfahren und der zugehörigen mathematischen Grundlagen anhand von Laborversuchen. Sie analysieren die Eigenschaften digitaler Pulsamplitudenmodulation und Varianten digitaler PAM. Dazu erzeugen sie im Labor mit der zur Verfügung gestellten Ausrüstung Sendesignale, die sie mit Hilfe üblicher Messgeräte (Oszilloskop, Effektivwertmesser) analysieren. Sie bauen Übertragungsstrecken für diese PAM-Verfahren auf und untersuchen die Effekte auf Empfängerseite. Sie bestimmen Störabstände, Fehlerraten usw.</p> <p>Des weiteren setzen die Studierenden ihre Kenntnisse der PAM-Übertragungsverfahren in selbst erstellte MATLAB-Routinen um, die die Simulation einer kompletten PAM-Übertragung mit Sender, Kanal</p>	

und Empfänger am Rechner modellieren. In einem weiteren Versuch ergänzen die Studierenden dieses Modell um eine OFDM-Übertragung und analysieren die Funktionsweisen von OFDM-Sendern und -empfängern. Sie untersuchen die Arbeitsweise von Ladealgorithmen bei OFDM-Systemen und implementieren diese in MATLAB.

Die Studierenden verdeutlichen sich das Konzept der Signalraumdarstellung in der digitalen Übertragung und implementieren ein beispielhaftes System in MATLAB. Sie erstellen Routinen zur Gram-Schmidt-Orthogonalisierung und zur FSK-Übertragung in MATLAB.

Die Studierenden analysieren einfache MIMO-Szenarien und implementieren entsprechende Empfängeralgorithmen.

Die Studierenden bereiten die Bearbeitung der Versuche im Labor anhand der ausgegebenen Unterlagen und den Unterlagen zum Modul "Digitale Übertragung selbständig vor. Sie sind in der Lage, die für den jeweiligen Versuch notwendigen theoretischen Kenntnisse vor und während des Versuchs zu erklären und zur Lösung der Laboraufgaben und vorbereitenden Hausaufgaben einzusetzen. Sie dokumentieren die durchgeführten Versuche selbständig in ihren Unterlagen, so dass die Nachvollziehbarkeit der Arbeiten jederzeit gegeben ist. Die Arbeit im Labor organisieren sie in Kleingruppen (2-3 Personen) selbst. Sie erkennen die Notwendigkeit gewissenhafter Vorbereitung der Lerninhalte und disziplinierter Arbeitsweise im Labor.

Die Unterrichtssprache ist wahlweise Deutsch oder Englisch. Unterlagen werden ausschließlich auf Englisch zur Verfügung gestellt, weswegen die Studierenden die englischen Fachtermini kennen und nutzen.

----

Students deepen and extend their knowledge of digital message transmission methods and the associated mathematical principles by means of laboratory experiments. They analyze the properties of digital pulse amplitude modulation and variants of digital PAM. To this end, they generate transmit signals in the laboratory using the equipment provided and analyze them with the aid of standard measuring instruments (oscilloscope, rms meter). They build transmission links for these PAM methods and investigate the effects on the receiver side. They determine signal-to-noise ratios, error rates, etc.

Furthermore, the students implement their knowledge of the PAM transmission methods in self-created MATLAB routines, which model the simulation of a complete PAM transmission with transmitter, channel and receiver on the computer. In another experiment, students add an OFDM transmission to this model and analyze the operation of OFDM transmitters and receivers. They investigate the operation of loading algorithms in OFDM systems and implement them in MATLAB.

Students clarify the concept of signal space representation in digital transmission and implement an example system in MATLAB.

They create routines for Gram-Schmidt orthogonalization and FSK transmission in MATLAB. Students analyze simple MIMO scenarios and implement corresponding receiver algorithms.

The students independently prepare the experiments in the laboratory using the issued documents and the documents for the module "Digital

		<p>Transmission". They are able to explain the theoretical knowledge required for the respective experiment before and during the experiment and use it to solve the laboratory tasks and preparatory homework. They independently document the experiments carried out in their records so that the supervisors can trace the work at any time. They organize the work in the laboratory themselves in small groups (2-3 persons). They recognize the necessity of certain preparation of the learning content and disciplined working methods in the laboratory.</p> <p>The language of instruction is either German or English. Documents are provided exclusively in English, which is why the students know and use the English technical terms.</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Das Praktikum richtet sich ausschließlich an Studierende, die das Modul "Digitale Übertragung bereits absolviert haben oder es parallel zum Praktikum belegen. Die Inhalte dieses Moduls sind unabdingbare Grundlage und werden von den Studierenden beherrscht, d.h., sie können die entsprechenden Zusammenhänge erklären, Problemstellungen mathematisch formulieren und benötigte Größen berechnen.</p> <p>Grundlegende Kenntnisse der Software MATLAB sind notwendig (bspw. aus "Software für die Mathematik" oder "Simulationstools").</p> <p>The lab course is aimed exclusively at students who have already completed the "Digital Transmission" module or who are taking it in parallel with the lab course. The contents of this module are an indispensable basis and are mastered by the students, i.e. they can explain the corresponding relationships, formulate problems mathematically and calculate required quantities.</p> <p>Basic mastery of the MATLAB software is necessary</p>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<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>	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	<p>Präsenzzeit: 35 h</p> <p>Eigenstudium: 40 h</p>
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	<p>Deutsch</p> <p>Englisch</p>
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skriptum zum Praktikum</li> <li>• Skriptum zur Vorlesung Digitale Übertragung bzw. Digital Communications</li> </ul>

- |  |   |
|--|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"><li>• übliche Standardlehrwerke zur Thematik (Proakis, Haykin usw.)</li></ul> |
|--|---|

1	<b>Modulbezeichnung</b> 490782	<b>Praktikum Elektrische Antriebstechnik MA</b> Laboratory electrical drives MA	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Elektrische Antriebstechnik MA (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Philipp Sisterhenn Shima Tavakoli Sara Hosseini Marco Eckstein Veronika Solovieva	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn
5	<b>Inhalt</b>	<p>Das Praktikum dient zur Vertiefung und praktischen Anwendung des in den Vorlesungen auf dem Gebiet der Antriebstechnik erarbeiteten Stoffes. Es werden vier Versuche in Vierer- bis maximal Fünfer-Gruppen durchgeführt.</p> <p>Vor Beginn der Praktikumsversuche findet eine Einführungsveranstaltung zur verwendeten Meßtechnik und zur Programmierung speicherprogrammierbarer Steuerungen statt.</p> <p> Kurzbeschreibung der Versuche: </p> <p>*Transistorsteller (V1)*</p> <p>In diesem Versuch werden die verschiedenen Varianten der Gleichstromsteller gezeigt: Tiefsetzsteller, Hochsetzsteller, Zwei- und Vierquadrantensteller. Alle Varianten werden mit IGBTs und Dioden im Leistungsteil aufgebaut. Die Steuerung erfolgt mit Hilfe eines Pulsweitenmodulators. Die Steller speisen eine Gleichstrommaschine, die mit Hilfe einer anderen Gleichstrommaschine belastet werden kann. Durch diesen Versuchsaufbau ist es möglich, Ansteuerverfahren und Funktionsweisen kennenzulernen, Kennlinien und Wirkungsgrade experimentell zu ermitteln.</p> <p>*Stationäres Betriebsverhalten einer Asynchronmaschine (V2)*</p> <p>Zuerst werden durch Messungen im Leerlauf und Stillstand die Parameter des Ersatzschaltbildes meßtechnisch bestimmt. Mit Hilfe der Parameter werden die Stromortskurve und die Drehzahl-Drehmoment-Kennlinie berechnet. Durch Belastungsmessungen werden verschiedene Punkte auf den Kennlinien meßtechnisch überprüft. Anschließend wird bei konstanter Belastung und verschiedenen Drehzahlen der Einfluß der Drehzahlverstellung mit Zusatzwiderständen und mit Spannungsverstellung auf die Leistungsbilanz durch Leistungsmessungen ermittelt.</p> <p>*Umrichter gespeister Asynchronmotor (V3)*</p> <p>Eine Asynchronmaschine wird mit einem Pulsumrichter mit einstellbarer Spannung und Frequenz betrieben. Zunächst wird der Betrieb mit <math>U/f = \text{konst.}</math> bei unterschiedlichen Belastungen und Modulationsverfahren meßtechnisch untersucht. Der Motor wird sowohl im Grunddrehzahlbereich unterhalb der Nennfrequenz als auch im Feldschwächbereich betrieben. Dabei werden die Ständerspannungen und Ständerströme aufgezeichnet und deren Frequenzspektrum bei verschiedenen Modulationsverfahren des Pulsumrichters ausgewertet. Anschließend wird der Asynchronmotor an einem Pulsumrichter mit</p>

		<p>feldorientierter Regelung betrieben. Es werden wieder Spannungen und Ströme bei verschiedenen Belastungen aufgezeichnet und die Frequenzspektren ausgewertet. Die Auswertungen beim Betrieb mit <math>U/f = \text{konst.}</math> und feldorientierter Regelung werden verglichen.</p> <p><b>*Digitale Regelung eines Drehstrom-Servoantriebes (V4)*</b></p> <p>Servoantriebe haben die Aufgabe, Maschinenteile exakt zu positionieren oder entlang bestimmter Bahnkurven zu bewegen. Sie werden zum Beispiel in der Fertigungstechnik (Werkzeugmaschinen, Industrierobotern, usw.) eingesetzt. Heutzutage werden üblicherweise Drehstrommaschinen als Servomotoren gebraucht. Man unterscheidet bei diesen Motoren zwei Varianten: den älteren Blockstrom- und den moderneren Sinusstrommotor.</p> <p>In diesem Versuch wird eine permanentenerregte Synchronmaschine mit Sinusstrom untersucht. Neben der Wirkungsweise des Motors liegt der Schwerpunkt des Versuches auf dem Verständnis der digitalen Regelung.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Studierende arbeiten an den folgenden Fachkompetenzen:</p> <p>Wissen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Die Studierenden bauen die Versuche teilweise auf und führen Messungen durch. Evaluieren: Die Messergebnisse werden mit Vorlesungen verglichen und die Ergebnisse werden analysiert.</li> </ul> </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>	<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>	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	<p>Präsenzzeit: 45 h</p> <p>Eigenstudium: 30 h</p>
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 126738	<b>Praktikum Elektrische Energieversorgung</b> Laboratory electrical power systems	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Elektrische Energieversorgung (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Gert Mehlmann	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr.-Ing. Gert Mehlmann	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Für die Versuchsdurchführung steht den Studierenden die Modellanlage für Netz- und Anlagentechnik des Lehrstuhls zur Verfügung, welche aus einer analogen Nachbildung der wichtigsten in der elektrischen Energieversorgung vorkommenden Betriebsmittel im Maßstab 1:1000 besteht. An der Modellanlage untersuchen die Studierenden das Verhalten einzelner Betriebsmittel als auch die Funktion des Gesamtsystems. Weiterhin werden in dem Laborpraktikum fehlerbehaftete Netzzustände untersucht, die in der Praxis unbedingt vermieden werden müssen, wie Kurzschlüsse, Fehlsynchronisation oder Instabilität. Das Modell besteht im Einzelnen aus einer Kraftwerksnachbildung, mehreren Freileitungsnachbildungen, drei Umspannwerken, einer Netzeinspeisung (Verbundnetz) sowie Generator- und Netzschutzeinrichtungen. Für einen Versuch zur Teilverkabelung steht den Studierenden eine Drehstromtafel zur Verfügung, welche die Möglichkeit bietet, Leitungen im Modellmaßstab aufzubauen und deren Betriebsverhalten auf anschauliche Weise zu untersuchen. Abweichend von den Laborversuchen lernen die Studierenden in einem Praktikumsversuch die Grundlagen der stationären Netzsimulation mit Hilfe einer Netzberechnungssoftware. Inhaltlich werden folgende Themen mit jeweils einem Versuch abgedeckt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ)</li> <li>• Regelung in der elektrischen Energieversorgung</li> <li>• Wirkungsweise des Distanzschutzes</li> <li>• Digitaler Motorschutz</li> <li>• Teilverkabelung einer Höchstspannungs-Drehstrom-Trasse im Modellmaßstab</li> <li>• Digitale Lastfluss- und Kurzschlussstromberechnung</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Praktikum soll praxisnah ein breites Themenspektrum der Elektrischen Energieversorgung abdecken</li> <li>• Die Versuche werden in Kleingruppen von maximal fünf Studierenden durchgeführt, um die aktive Mitarbeit aller Praktikums Teilnehmer sicherzustellen</li> <li>• Verglichen mit einer Vorlesung erlaubt die individuelle Betreuung in einem Praktikum gezielt mit den Studierenden zu interagieren und Wissenslücken aktiv zu schließen</li> </ul> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren die grundlegenden technischen Zusammenhänge und das Betriebsverhalten von Komponenten elektrischer Energiesysteme</li> <li>• analysieren die Schutzverfahren elektrischer Betriebsmittel</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• bewerten die Ergebnisse der Versuche gemäß ingenieurwissenschaftlicher Aspekte</li> <li>• entwickeln Regelstrategien für elektrische Energiesysteme und technische Lösungen zu realitätsnahen Problemstellungen</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Es handelt sich um eine Blockveranstaltung die in der vorlesungsfreien Zeit stattfindet.
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>	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	
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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 836673	<b>Praktikum Energieelektronik</b> Laboratory energy electronics	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Energieelektronik (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Thomas Eberle Melanie Lavery Stefanie Büttner Prof. Dr. Martin März Nikolai Weitz Madlen Hoffmann	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Thomas Eberle
5	<b>Inhalt</b>	In fünf Versuchen werden folgende Themen behandelt. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leistungshalbleiter</li> <li>• DC-DC-Wandler</li> <li>• Energieeinspeisung aus PV-Quellen</li> <li>• Energiespeicherung in elektrochemischen Speichern</li> <li>• Regelung und Stabilitätsanalyse von DC-Netzen</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren die Funktionsweise leistungselektronischer Komponenten und Wandler</li> <li>• können Messmittel der Leistungselektronik anwenden</li> <li>• erproben PV-Module und Batteriespeicher</li> <li>• analysieren das Zusammenspiel zwischen leistungselektronischen Komponenten, speisenden Quellen und Lasten in Gleichstromnetzen und identifizieren kritische Betriebsarten</li> <li>• können in Gruppen kooperativ und verantwortlich arbeiten</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 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: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch

16	<b>Literaturhinweise</b>	Vorbereitende Literatur: Skripte zu den Vorlesungen "Leistungselektronik" und "Leistungselektronik für dezentrale Energieversorgung"
----	--------------------------	--

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96842	<b>Praktikum Entwurf Integrierter Schaltungen I</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Entwurf Integrierter Schaltungen I (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Florian Deeg Tobias Rumpel	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Florian Deeg Peter Meisel	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in Cadence</li> <li>• Erstellung einer einfachen Schaltung (z.B. Inverter) in Schematic</li> <li>• Untersuchung dieser Schaltung</li> <li>• Erstellung bzw. Extrahierung der Netzliste</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden arbeiten an den folgenden Fachkompetenzen</p> <p><b>Verstehen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassifizieren von Charakterisierungsmethoden und Herstellungsverfahren aus der Mikroelektronik</li> <li>• erklären typischer Werkzeuge und Verfahren für die Verifikation und den Entwurf mikroelektronischer Schaltungen</li> </ul> <p><b>Anwenden</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren von grundlegenden Schaltungselemente</li> </ul> <p><b>Erschaffen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erstellen grundlegender Teilschaltungen und Simulation</li> </ul> <p><b>Lern- bzw. Methodenkompetenz</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erwerben praktischer Erfahrungen mit typischen Werkzeugen und Verfahren für die Verifikation und den Entwurf mikroelektronischer Schaltungen</li> </ul> <p><b>Selbstkompetenz</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können in Gruppen kooperativ arbeiten und Simulationen beurteilen und gegebenenfalls verbessern</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 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
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 605944	<b>Praktikum Entwurf Integrierter Schaltungen II</b> Digital design lab II	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Peter Meisel Prof. Dr.-Ing. Sebastian Sattler	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Im Praktikum Entwurf Integrierter Schaltungen II geht es um Automaten und ihre asynchrone Realisierung sowie die Beschreibung dynamischer Effekte durch Vierwertigkeit. Motiviert ist die Untersuchung asynchroner Schaltungen durch ihre Vorteile gegenüber synchronen, wie Robustheit, weniger Abstrahlung, weniger Energieverbrauch und höhere Geschwindigkeit.</p> <p>Eine synchrone Schaltung muss etwa auf eine Taktflanke warten, eine asynchrone Schaltung hingegen ist in ihrer Geschwindigkeit nur durch die Laufzeit ihrer Gatter beschränkt. Allerdings wirken sich hier kurzzeitige Fehler, wie etwa Hazards, weit stärker aus, da es keine Synchronisation durch einen Takt gibt. Die Untersuchung eben dieser vielversprechenden Schaltungsstrukturen sowie der korrekte Umgang mit dynamischen Effekten ist daher das Ziel dieses Praktikums.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung der Vierwertigkeit zur Veranschaulichung der dynamischen Effekte bei der Zweiwertigkeit</li> <li>• Untersuchung der wesentlichen Effekte logischer Schaltungen an Beispielen</li> <li>• Wiederholung der notwendigen Methoden aus der digitalen Schaltungstechnik</li> <li>• Aufbau von Automaten am Steckbrett</li> <li>• Aufbau von Automaten in einer <math>\mu\text{C}</math>-Umgebung</li> <li>• Koppeln der Automaten zu einem Gesamtsystem</li> <li>• Realisierung eines Geschicklichkeitspiel aus den gekoppelten Automaten</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Verstehen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden erklären die Vierwertigkeit und veranschaulichen dynamische Effekte</li> <li>• Die Studierenden formulieren die Vor- und Nachteile einer asynchronen Schaltung gegenüber einer synchronen</li> </ul> <p>Erschaffen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden entwerfen einen Automaten in einer <math>\mu\text{C}</math>-Umgebung</li> <li>• Die Studierenden erstellen eines Komplettsystems aus mehreren Automaten</li> </ul> <p>LERN- BZW. METHODENKOMPETENZ Die Studierenden erwerben praktische Erfahrungen im Erstellen von Automaten mit einer <math>\mu\text{C}</math>-Umgebung</p> <p>SELBSTKOMPETENZ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können in Gruppen kooperativ arbeiten und verbinden die einzelnen Automaten zu einem Gesamtsystem</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 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: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 95192	<b>Praktikum Hochfrequenztechnik / Mikrowellentechnik 1</b> Laboratory on microwave technology 1	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Hochfrequenztechnik/ Mikrowellentechnik Gruppe 1 (3 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>In Kleingruppen zu 2-3 Studierenden werden neun Versuche zu folgenden Themen der Hochfrequenz- und Mikrowellentechnik durchgeführt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Darstellung und Messung von HF-Signalen</li> <li>• Wellenausbreitung und Reflexionsfaktormessung</li> <li>• Streuparametermessung</li> <li>• Netzwerkanalyse</li> <li>• Anpassungs-Transformatoren</li> <li>• Antennen und Strahlungsfelder</li> <li>• Nichtreziproke Bauelemente</li> <li>• HF-Resonatoren</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können theoretisch erworbene Kenntnisse, z.B. aus der Vorlesung Hochfrequenztechnik 1, zu HF-Messtechnik, Antennen und weiteren passiven HF-Bauteilen durch vorlesungsbegleitende Experimente anwenden und vertiefen.</li> <li>• analysieren mit modernster HF-Messtechnik und Methoden passive Schaltungen und Komponenten</li> <li>• sind in der Lage, wichtige Bauelemente wie z. B. Filter und Antennen zu evaluieren und zu bewerten</li> <li>• erhalten einen praktischen Einblick in die wichtigsten Arbeitsgebiete der Hochfrequenz- und Mikrowellentechnik.</li> </ul> <p>Sie sind damit in der Lage, grundlegende HF-Systeme, die als Voraussetzung für viele Anwendungen in Wissenschaft und Technik gelten, in der Praxis einzusetzen und zu evaluieren. Derartige Systeme werden eingesetzt z.B. für Radaranwendungen, in einer Vielzahl von drahtlosen Kommunikationsanwendungen, im Automobilbereich und im industriellen Umfeld der HF-Messgeräteentwicklung.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2	
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>	Praktikumsleistung	

11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Praktikumsleistung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
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>	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> 631385	<b>Praktikum Hochfrequenztechnik/Mikrowellentechnik 2</b> Laboratory on microwave technology 2	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr.-Ing. Jan Steffen Schür	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Theoretisch erworbene Kenntnisse, z.B. aus der Vorlesung Hochfrequenztechnik 2, zu HF-Messtechnik, aktiven HF-Bauteilen und HF-Simulationstechnik werden durch vorlesungsbegleitende Experimente im Praktikum vertieft. In Kleingruppen zu 2-3 Studierenden werden acht Versuche zu folgenden Themen der Hochfrequenz- und Mikrowellentechnik durchgeführt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hochfrequenzverstärker</li> <li>• Mischer und Frequenzvervielfacher</li> <li>• Hochfrequenzoszillatoren</li> <li>• Rechnergestützter HF-Schaltungsentwurf</li> <li>• 3D-Feldsimulation von HF-Komponenten</li> <li>• Antennenentwurf</li> <li>• Verstärkerentwurf</li> <li>• Satellitenfunk</li> </ul> <p>Derartige Systeme werden eingesetzt z.B. für Radaranwendungen, in einer Vielzahl von drahtlosen Kommunikationsanwendungen, im Automobilbereich und im industriellen Umfeld der HF-Messgeräteentwicklung und Materialcharakterisierung. Durch das Praktikum erhalten die Studierenden einen praktischen Einblick in die wichtigsten Arbeitsgebiete der Hochfrequenz- und Mikrowellentechnik.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können theoretisch erworbene Kenntnisse, z.B. aus der Vorlesung Hochfrequenztechnik 2, zu HF-Messtechnik, aktiven HF-Bauteilen und HF-Simulationstechnik durch vorlesungsbegleitende Experimente analysieren und evaluieren.</li> <li>• können modernste HF-Messtechnik und Simulationssoftware anwenden und Ergebnisse vergleichen.</li> <li>• sind in der Lage, wichtige Bauelemente wie z. B. Oszillatoren und Verstärker einzusetzen und zu analysieren</li> <li>• evaluieren die technische und wissenschaftliche Bedeutung aktiver HF-Geräte in der Praxis.</li> </ul> <p>Sie sind damit in der Lage, komplexe HF-Systeme in der Praxis zu erschaffen und zu dimensionieren, die als Voraussetzung für viele Anwendungen in Wissenschaft und Technik gelten.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hochfrequenztechnik</li> <li>• HF-Schaltungen und Systeme (Praktikum vorlesungsbegleitend)</li> </ul>	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	

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>	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>	Zinke, O., Brunswig, H., Hochfrequenztechnik 1, Springer Verlag, Berlin, 1999  Meinke, H. H., Grundlach, F.-W., Taschenbuch der Hochfrequenztechnik, Springer Verlag, Berlin, 1992

1	<b>Modulbezeichnung</b> 967871	<b>Praktikum Hochspannungstechnik</b> Laboratory high voltage engineering	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Hochspannungstechnik (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Stephan Müller Dr.-Ing. Dieter Braisch	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr.-Ing. Dieter Braisch	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Für die Versuchsdurchführung stehen den Studierenden die Hochspannungsprüfhalle sowie zwei weitere Hochspannungsprüfkabinen des Lehrstuhls zur Verfügung. In vier Versuchen werden einige typische Problemstellungen der Hochspannungstechnik exemplarisch bearbeitet. Nach Erläuterung der jeweiligen Aufgabenstellung wird der Versuch durch die Studierenden selbstständig aufgebaut, es werden Messreihen durchgeführt, wissenschaftlich dokumentiert und bewertet.</p> <p>Die bearbeiteten Problemstellungen beinhalten unter anderem Themen der Isoliertechnik, Chemie, Hochfrequenz- und Messtechnik.</p> <p>Aufgrund der Gefahr durch Hochspannung werden die Versuche erst nach einer ausführlichen Sicherheitsbelehrung und unter erhöhten Sicherheitsvorkehrungen bei ständiger Betreuung durchgeführt. Dies ist ein weiterer wichtiger Aspekt der Hochspannungstechnik, der in diesem Praktikum vermittelt wird.</p> <p>Es werden folgende Versuche durchgeführt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durchschlagfestigkeit von Isoliertgasen</li> <li>• Gasentladung in Luft abhängig von der Elektrodengeometrie und -polarität</li> <li>• Teilentladungen</li> <li>• Wanderwellen</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wenden die Grundlagen der Hochspannungstechnik in Versuchen an</li> <li>• verstehen die Besonderheiten der Messverfahren in der Hochspannungstechnik</li> <li>• analysieren die Belastung von Betriebsmitteln unter Hochspannung</li> <li>• lernen unter erhöhten Sicherheitsvorkehrungen zu arbeiten</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Es handelt sich um eine Blockveranstaltung, die in der vorlesungsfreien Zeit stattfindet.	
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>		

11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	
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>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skript zur Vorlesung Hochspannungstechnik</li> <li>• Küchler, A.: Hochspannungstechnik, Springer-Verlag, 2017</li> <li>• Beyer, M., Boeck, W., Möller, K., Zaengl, W.: Hochspannungstechnik, Springer-Verlag, 1986</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96261	<b>Praktikum Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen</b> Practical course on integrated circuits for wireless technologies	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Manuel Koch	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Robert Weigel	
5	<b>Inhalt</b>	Aufbauend auf den Kenntnissen der Vorlesung und Übung "Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen" werden im Rahmen dieses Blockpraktikums integrierte Hochfrequenzschaltungen mithilfe von Cadence simulativ entwickelt.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Wissen / Verstehen: Die Studierenden vertiefen ihre Grundkompetenzen in den folgenden Bereichen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analoge Schaltungstechnik</li> <li>• Entwurf Integrierter Schaltungen</li> <li>• Hochfrequenztechnik</li> <li>• Schaltungen für Funkanwendungen</li> </ul> <p>Anwenden: Die Studierenden erhalten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• praktische Erfahrung im Entwurf ausgewählter Schaltungen der Kommunikationstechnik</li> <li>• praktische Erfahrung mit der CAD Software "Cadence Virtuoso Analog Design Environment" zum Entwurf integrierter Schaltungen</li> <li>• praktische Erfahrung mit linearen und nichtlinearen Simulationstechniken ("S-Parameter", "Harmonic Balance") zur Analyse der HF Parameter von Schaltungen</li> </ul> <p>Beurteilen: Die Studierenden entwickeln</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verständnis für Optimierungsmöglichkeiten von integrierten Schaltungen, insbesondere Hochfrequenzschaltungen</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 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>		
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>		

12	<b>Turnus des Angebots</b>	Unregelmäßig
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 37 h Eigenstudium: 38 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 504311	<b>Praktikum Mixed-Signal-Entwurf</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Peter Meisel Prof. Dr.-Ing. Sebastian Sattler
5	<b>Inhalt</b>	In dem Praktikum wird in Gruppenarbeit ein integrierter CMOS Verstärker entworfen. Ausgehend von einer vorgegebenen Spezifikation wird das Modell auf Systemebene und Schaltungsebene erarbeitet, und mit Hilfe von Simulation validiert. Die Aufgabenstellung wird mit Unterstützung der Cadence Software gelöst, und schließt mit dem Layout der Schaltung ab. Das Praktikum wird in Gruppen durchgeführt <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schaltungsentwurf</li> <li>• Simulation</li> <li>• Layout</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden arbeiten an den folgenden Fachkompetenzen Verstehen <ul style="list-style-type: none"> <li>• klassifizieren Charakterisierungsmethoden und Herstellungsverfahren aus der Mikroelektronik</li> <li>• erklären typische Werkzeuge und Verfahren für die Verifikation und den Entwurf mikroelektronischer Schaltungen</li> </ul> Anwenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren grundlegende mikroelektronische Schaltungen</li> </ul> Erschaffen <ul style="list-style-type: none"> <li>• erstellen aus einer gegebenen Aufgabenstellung eine komplette Schaltung mit Layout</li> </ul> Lern- bzw. Methodenkompetenz <ul style="list-style-type: none"> <li>• erwerben praktische Erfahrungen mit typischen Werkzeugen und Verfahren für die Verifikation und den Entwurf mikroelektronischer Schaltungen</li> </ul> Selbstkompetenz <ul style="list-style-type: none"> <li>• können in Gruppen kooperativ arbeiten und Schaltung / Layout beurteilen und gegebenenfalls verbessern</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 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: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92504	<b>Praktikum: Numerische Methoden der Halbleiterbauelemente</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr.-Ing. Friedhard Römer
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbständige Implementierung von numerischen Algorithmen sowie Anwendung von kommerziellen Simulationswerkzeugen am Beispiel der Halbleiterbauelemente</li> <li>• Grundlagen der numerischen Simulation von Kontinuumsgleichungen am Beispiel des Halbleitertransports</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lösungen partieller Differentialgleichungssysteme unter Verwendung der finiten Volumen sowie der finiten Differenzen</li> <li>• Interpretation und Beurteilung von Simulationsergebnissen anhand von Stromtransport in Halbleitern</li> <li>• Bedienung von kommerziellen Simulationswerkzeugen, inkl. Gemeotrieerzeugung, Diskretisierung, Parameter-Datenbanken, sowie Visualisierung von Daten</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 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: 45 h Eigenstudium: 30 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>• S. Selberherr, Analysis and Simulation of Semiconductor Devices</li> <li>• J. Jin, The Finite Element Method in Electromagnetics</li> <li>• Vorlesungsskript</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 242643	<b>Praktikum Photonik/Lasertechnik 1</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Photonik/Lasertechnik 1 (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Jasper Freitag	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Schmauß
5	<b>Inhalt</b>	<p>In kleinen Gruppen zu 2-3 Studierenden werden zehn Versuche zu folgenden Themen der Lasertechnik und Photonik durchgeführt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• *Geometrische Optik* - Fresnelgesetze - Chromatische Aberration</li> <li>• *Kohärente Optik* Beugung - Optische 2D-Fouriertransformation - Raumfilterung</li> <li>• *HeNe-Laser* - Aktives Medium - Anschwingbedingung - Spektrum</li> <li>• *Gaußstrahl* - TEM00 - Abbildung durch Linsen</li> <li>• *Laser-Resonatoren* - g-Parameter Stabilitätsbereich</li> <li>• *Strahlqualität* - Multimode-Laser - Strahlparameterprodukt - Strahlprofil-Kamera</li> <li>• *CO2-Laser* - Gitterabstimmung - Spektrallinien - Materialbearbeitung</li> <li>• *Laserdioden* - FP,DFB,LED - Kennlinien - Abstrahlung - Spektrum</li> <li>• *Faseroptik* - Fasertypen - Moden - Dämpfung</li> <li>• *Singlemodefasern* - Fusionspleißen - Laser einkoppeln</li> </ul> <p>Durch das Praktikum können theoretisch erworbene Kenntnisse, z.B. aus der Vorlesung Photonik 1, zu Lasern und Photonik durch vorlesungsbegleitende Experimente vertieft werden. Dies ist die Voraussetzung, um grundlegende laserbasierte Systeme in der Praxis einzusetzen, für viele Anwendungen in Wissenschaft und Technik. Derartige Systeme werden eingesetzt z.B. für die Präzisionsmesstechnik, in der industriellen Materialbearbeitung, in der Bioanalytik, für die Medizintechnik, in Geräten der Unterhaltungselektronik oder in der optischen Nachrichtentechnik.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen aufgrund praktischer Experimente Aufbau und Funktion grundlegender optischer, faseroptischer und photonischer Komponenten</li> <li>• können die genannten Komponenten und Systeme sowie Laser anwendungsnah handhaben und anwenden.</li> <li>• können photonische Messmethoden in der Praxis erproben und charakterisieren.</li> <li>• können durch praktische Erfahrung Eigenschaften unterschiedlicher Lichtwellenleiter und Laser vergleichen und einschätzen.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Voraussetzung: Photonik 1, kann auch parallel gehört werden.
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>	
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>	Eichler, J., Eichler, H.J: Laser. 7. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2010.  Reider, G.A.: Photonik. 3. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2012.  Bergmann, Schäfer: Lehrbuch der Experimentalphysik, Bd.3: Optik. DeGruyter 2004.  Saleh, B., Teich, M.C.: Grundlagen der Photonik. 2. Auflage, Wiley-VCH 2008.  Träger, F. (Editor): Springer Handbook of Lasers and Optics, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2012.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 508483	<b>Praktikum Photonik/Lasertechnik 2</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Schmauß	
5	<b>Inhalt</b>	<p>In kleinen Gruppen zu 2-3 Studierenden werden acht Versuche zu folgenden Themen der Lasertechnik und Photonik durchgeführt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Polarisation - Doppelbrechung - Jones-Matrizen</li> <li>• Zeitliche Kohärenz - Michelson-Interferometer Linienbreiten</li> <li>• Räumliche Kohärenz - Beugung Doppelspalt</li> <li>• Leistungs-Laserdiode - Kennlinie Wellenlängenabstimmung</li> <li>• Lichtwellenmesstechnik - Wavemeter - OSA</li> <li>• EDFA - Erbium-dotierter Faserverstärker - Faser-Laser</li> <li>• Nd:YAG-Laser - Kennlinien - Resonator - Stabilität</li> <li>• Dynamik im Laser - Q-Switch - Spiking - Sättigbarer Absorber</li> </ul> <p>Anhand der Versuche wird gelernt, moderne und komplexe laserbasierte Systeme in der Praxis einzusetzen, als Voraussetzung für viele Anwendungen in Wissenschaft und Technik. Derartige Systeme werden eingesetzt z.B. für die Präzisionsmesstechnik, in der industriellen Materialbearbeitung, in der Bioanalytik, für die Medizintechnik, in Geräten der Unterhaltungselektronik oder in der optischen Nachrichtentechnik.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• vertiefen ihre wissenschaftlichen Kenntnisse im Bereich der komplexer photonischer Systeme durch praktische Experimente.</li> <li>• können fortgeschrittene technische und wissenschaftliche Experimente im Bereich Photonik / Lasertechnik selbstständig und in kooperativen Gruppen planen, durchführen und reflektieren.</li> <li>• können Sachverhalte und Ergebnisse der im Inhalt beschriebenen Experimente bewerten und vergleichen.</li> <li>• sind in der Lage, eigenständig Ideen zur Lösung komplexer technisch-wissenschaftlicher Messaufgaben im Bereich der Photonik und Lasertechnik zu entwickeln.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Photonik 1</li> <li>• Photonik 2 (kann vorlesungsbegleitend besucht werden)</li> </ul>	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>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>		

11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
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>	Träger, F. (Ed.): Handbook of Lasers and Optics, Springer Verlag, Berlin 2007.  Eichler/Eichler: Laser. Springer Verlag, Berlin 2006.  Reider, G.A.: Photonik. Springer Verlag, Berlin 2003.  Bergmann, Schäfer: Lehrbuch der Experimentalphysik, Bd.3: Optik. DeGruyter 1993.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 133478	<b>Praktikum Regelungstechnik I</b> Internship control systems I	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Regelungstechnik I (3 SWS)	-
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen Prof. Dr. Thomas Moor Dr.-Ing. Andreas Michalka Dr.-Ing. Andreas Völz	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen Dr.-Ing. Andreas Michalka	
5	<b>Inhalt</b>	Es werden sechs Versuche durchgeführt zu den Themen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Untersuchung von Regelkreisen in Matlab und Simulink (zwei Versuche)</li> <li>• Regelung eines schwebenden Körpers im Magnetfeld</li> <li>• Regelung eines elastisch gelagerten Schwenkarms</li> <li>• Aktive Fahrwerksregelung am Viertelfahrzeugmodell</li> <li>• Regelung eines Zweitanksystems</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden können <ul style="list-style-type: none"> <li>• Methoden aus einer einführenden Lehrveranstaltung der Regelungstechnik in Simulationen und an Laboraufbauten anwenden</li> <li>• anfallende Versuchsergebnisse regelungstechnisch interpretieren und auswerten</li> <li>• mit Werkzeugen und Geräten der Steuerungs- und Regelungstechnik praktisch umgehen</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Modul "Regelungstechnik A (Grundlagen)"	
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>		
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>		
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>		

1	<b>Modulbezeichnung</b> 343279	<b>Praktikum Regelungstechnik II</b> Laboratory: Control engineering II	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Regelungstechnik II (3 SWS)	-
3	Lehrende	Dr.-Ing. Andreas Völz Dr.-Ing. Andreas Michalka Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen Prof. Dr. Thomas Moor	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen Dr.-Ing. Andreas Völz	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Im Praktikum werden fortgeschrittene Methoden der Regelungstechnik auf verschiedene Versuchsaufbauten angewandt. Zur Auswahl stehen Versuche zu fünf Vertiefungsvorlesungen, von denen drei bearbeitet werden müssen. Jeder Versuch erstreckt sich über zwei Termine, die entweder am selben Aufbau oder an zwei verschiedenen Aufbauten durchgeführt werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Digitale Regelungen: Inverses Pendel (zwei Termine)</li> <li>• Nonlinear Control Systems: Laborkran und Ball-auf-Platte (jeweils ein Termin)</li> <li>• Numerical Optimization and Model Predictive Control: Ball-auf-Platte und Laborkran (jeweils ein Termin)</li> <li>• Robotics 1: Panda-Roboter (zwei Termine)</li> <li>• Ereignisdiskrete Systeme: Aufzug (zwei Termine)</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Methoden aus drei vertiefenden Lehrveranstaltungen der Regelungstechnik in Simulationen und an Laboraufbauten anwenden</li> <li>• anfallende Versuchsergebnisse regelungstechnisch interpretieren und in vertiefter Weise bewerten</li> <li>• mit aktuellen Werkzeugen und Geräten der Steuerungs- und Regelungstechnik praktisch umgehen</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Es wird der vorherige Besuch von drei Vertiefungsvorlesungen aus der Gruppe "Digitale Regelungen", "Nonlinear Control Systems", "Numerical Optimization and Model Predictive Control", "Robotics 1" und "Ereignisdiskrete Systeme" empfohlen.	
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>		
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>		
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	

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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 92511	<b>Praktikum Stromrichter in der Energieversorgung</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr.-Ing. Gert Mehlmann
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tutorium</li> <li>• Aufbau der MMC Konverterregelung</li> <li>• Betrieb einer MMC-HGÜ</li> <li>• Basic Design einer MMC HGÜ Konverterstation</li> <li>• Betrieb einer LCC HGÜ</li> <li>• Auswirkungen auf AC Schutz durch Stromrichtereinspeisung</li> <li>• Regelung eines Microgrids</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Das Praktikum soll praxisnah das Verständnis von netz- und selbstgeführten Stromrichtern in der Energieversorgung vermitteln. Das in der Vorbereitung angeeignete Wissen wird über ein Tutorium vertieft. Die so erlangten Kenntnisse müssen in den Laboren angewandt werden.</p> <p>Die Studierende analysieren in Kleingruppen verschiedene Problemstellungen und lösen diese.</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>	<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>	Praktikumsleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Praktikumsleistung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	<p>Präsenzzeit: 45 h</p> <p>Eigenstudium: 30 h</p>
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>• Elektrische Energiesysteme: Wissensvernetzung von Stromrichter, Netzbetrieb und Netzschutz (German Edition) 1. Aufl. 2021 Auflage</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 94892	<b>Praktikum Technische Dynamik</b> Laboratory course: Applied dynamics	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Laboratory course Applied Dynamics (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker Eduard Sebastian Scheiterer Dr. Rodrigo Sato Martin de Almagro David Holz Xiyu Chen	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker
5	<b>Inhalt</b>	<p>The experiments in this course involve performing numerical simulations using Matlab, studying coupled pendulums (including the beat phenomenon), analyzing a gyroscope (Lagrange's top), controlling a two-wheeled balancing robot, and programming an articulated robot arm.</p> <p>=====</p> <p>Die Versuche umfassen numerische Simulationen mit Matlab, gekoppelte Pendel (und Schwebung), ein Gyroskop (Lagrange-Kreisel), einen balancierenden Roboter auf zwei Rädern, sowie einen Knickarmroboter</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p><u>Subject matter expertise</u></p> <p><b>Knowledge</b> Students will have knowledge of fundamental real-world mechanical systems and how to simulate them using mathematical models.</p> <p><b>Understanding</b> Students will understand why a mathematical model can never precisely replicate reality.</p> <p><b>Application</b> Students will be able to develop a mathematical model for a given dynamic system and apply it using numerical methods.</p> <p><b>Analysis</b> Students will be able to analyze deviations between measurement data and numerical simulation results.</p> <p><b>Evaluation (Assessment)</b> Students will be able to validate numerical simulation results and identify model parameters.</p> <p><b>Creation</b> Students will be able to develop a sufficiently accurate mathematical model for a new, complex dynamic system, compare it to real measurement data through numerical simulation, and improve it if necessary.</p>

		<p>=====</p> <p><u>Fachkompetenz</u></p> <p><b>Wissen</b> Die Studierenden kennen grundlegende reale mechanische Systeme und Möglichkeiten, diese mit Hilfe mathematischer Modelle zu simulieren.</p> <p><b>Verstehen</b> Die Studierenden verstehen, warum ein mathematisches Modell nie die Realität exakt abbilden kann.</p> <p><b>Anwenden</b> Die Studierenden können für ein gegebenes dynamisches System ein mathematisches Modell entwerfen und dieses mit Hilfe numerischer Methoden anwenden.</p> <p><b>Analysieren</b> Die Studierenden können Abweichungen der Messdaten von den numerischen Simulationsergebnissen analysieren.</p> <p><b>Evaluieren (Beurteilen)</b> Die Studierenden können numerische Simulationsergebnisse validieren und Modellparameter identifizieren.</p> <p><b>Erschaffen</b> 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>	This course includes six experiments: one central programming experiment and five real-world experiments, which involve numerical modeling. To receive credit for the course, students must successfully complete all six experiments.=====Es

		gibt einen zentralen Programmierversuch, sowie fünf Versuche am realen Experiment, einschließlich numerischer Modellierung. Zum Scheinerwerb müssen alle sechs Versuche bestanden sein.
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>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 320376	<b>Praktikum Test</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Test (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Tobias Rumpel	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Peter Meisel Prof. Dr.-Ing. Sebastian Sattler	
5	<b>Inhalt</b>	Im Entwicklungsprozess elektronischer Bauteile wie auch bei deren Massenproduktion werden mit Hilfe automatischer Testsysteme die elektrischen Kenngrößen eines Bauteils erfasst. Das Praktikum Testen mit automatischen Testsystemen" gibt einen Einblick in typische messtechnische Aufgabenstellungen und Arbeiten, die während der Entwicklung integrierter mikroelektronischer Systeme vorkommen.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Verstehen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden beschreiben die Abläufe im Laborbetrieb und erläutern die Eigenschaften eines Testsystems</li> <li>Die Studierenden erklären die Elemente eines Testprogramms</li> <li>Die Studierenden formulieren die verschiedenen Möglichkeiten von Test (Funktionstest, Dynamischer Test)</li> <li>Die Studierenden erläutern die Entwicklung von Test-Pattern</li> </ul> <p>Analysieren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden analysieren das DUT und entwickeln daraus die richtige Auswahl an Testparametern</li> </ul> <p>Erschaffen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden entwerfen Test-Pattern für den Boundary-Scan-Test</li> <li>Die Studierenden erstellen aus gegebener Aufgabenstellung komplettes Testprogramm</li> <li>Die Studierenden beurteilen des Testprogramms unter Berücksichtigung von Produktivität und Debugging</li> </ul> <p>Lern- bzw. Methodenkompetenz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden erwerben praktische Erfahrungen im Umgang mit einem automatischen Testsystem (ATE)</li> <li>Die Studierenden erfahren die Arbeitsumgebung in einem Reinraum-Labor und die sich daraus ergebenden Vorschriften</li> </ul> <p>Selbstkompetenz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können in Gruppen kooperativ arbeiten und Fehleranalysen durchführen</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 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: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 443121	<b>Praktikum zu High-Performance Analog- und Umsetzer-Design</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Benedict Scheiner Prof. Dr.-Ing. Robert Weigel
5	<b>Inhalt</b>	<p>Im Praktikum High-Performance Analog und Umsetzer Design wird ein Temperatursensor mit USB-Anschluss entwickelt. Die Teilnehmer müssen die einzelnen Schaltungsblöcke zuerst dimensionieren und simulieren, bevor die Schaltung auf einer Leiterplatte aufgebaut und gemessen wird. Im einzelnen sind folgende Blöcke zu untersuchen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperaturstabilen Spannungsreferenz (Bandgap)</li> <li>• Präziser Instrumentenverstärker</li> <li>• Zeitkontinuierlicher Delta-Sigma Modulator</li> <li>• Nach Abschluss des Praktikums kann jeder Student seine eigene Platine mit nach Hause nehmen.</li> </ul> <p>Das Praktikum findet als einwöchige Blockveranstaltung während der Semesterferien im August/September statt. Die Anmeldung erfolgt über das WAS-System.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage, grundlegende Konzepte von Analogschaltungen und Umsetzern anzuwenden und auf Basis dieser einen Temperatursensor mit USB Anschluss zu entwickeln.
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 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: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93093	<b>Project Intraoperative Imaging and Machine Learning</b>	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof.Dr.Ing. Katharina Breininger	
5	<b>Inhalt</b>	<p>For many applications, techniques like deep learning allow for considerably faster algorithm development and allow to automate tasks that were performed manually in the past. In medical imaging, a large variety of time-consuming tasks that interfere with clinical workflows has the potential for automation. However, at the same time new challenges arise like data privacy regulations and ethics concerns.</p> <p>In this project, we want to develop an application that allows for the automation of an X-ray based intraoperative planning or measurement procedure from a holistic perspective. To this end, we will invite a surgeon to explain the medical background and visit the operating room to understand the surgeons' needs while performing the task. Having understood the underlying medical problem, we will look into connected topics, e.g., data privacy, code of ethics, prototype development, and UI design for surgeons. In the first part of the project, a predefined set of tasks will be implemented and validated (including a machine learning application and a UI for intraoperative use). In the second part of the project, the students will work on further extensions or adaptations of the prototype proposed by them.</p> <p>At the end of the project, the students will have developed and documented a prototypical application for the intended intraoperative use case.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Students will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand fundamental requirements and restrictions in an intraoperative, surgical environment</li> <li>• perform their own literature research on a given subject</li> <li>• independently research this subject according to data privacy and ethical standard</li> <li>• present and introduce the subject to their student peers</li> <li>• develop, implement and explain algorithms or apply existing systems/libraries to above fields</li> <li>• acquire hands-on experience in an established research field</li> <li>• give a scientific talk in English according to international conference standards</li> <li>• describe their results in a scientific report</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". This project is recommended for Master's students.</p>	

8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3
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>	Praktikumsleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Praktikumsleistung (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>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93112	<b>Project Representation Learning</b>	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Projekt: Project Representation Learning (8 SWS) yes for final presentations and meetings	-
3	Lehrende	Prof. Dr. Bernhard Kainz	

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 long period, and to put into practice the knowledge, skills and research methods that you have learnt throughout the course.</p> <p><b>Learning outcomes</b></p> <p>Upon successful completion of this module, you will have demonstrated your ability to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- apply previously taught knowledge and skills to a substantial problem in Computing or Data Science, as an individual</li> <li>- conduct an independent investigation and apply cutting-edge research, methods and thinking appropriate to the problem</li> <li>- present complex technical material orally to a mixed audience</li> </ul>

		<p>- exercise scientific writing skills by way of a substantial written report, summarising your findings</p> <p><b>Module syllabus</b>  There will be a small number of supporting meetings that will</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. describe the structure of the project, including expectations, milestones and deliverables,</li> <li>2. give guidance on writing and presentation skills targeted specifically at individual projects,</li> <li>3. explain the assessment procedures.</li> </ol> <p>The rest of the project involves an independent investigation under the supervision of an academic advisor.</p>
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: 3
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>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47585	<b>Project Systems Immunology</b>	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Projektseminar: Project Systems Immunology (3 SWS)	10 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Frederik Graw	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Frederik Graw
5	<b>Inhalt</b>	Systems Immunology aims at revealing the complex dynamics of the immune system during infection, inflammation and cancer. Information on these dynamics is usually provided by various experimental and clinical types of data (live cell microscopy, (sc)RNAseq, FACS-measurements, imaging). Systems Immunology aims at elucidating the immunological processes and their complex interactions by using techniques from image analysis, data-driven modelling, sophisticated statistics and ML methods. In this project, we will work with data in the context of hematological malignancies and immune responses to infection in order to improve immunotherapies and vaccination approaches. We will analyze the data using data-driven mathematical modelling, image analysis and bioinformatical methods.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	The participants will learn <ul style="list-style-type: none"> <li>to analyse immunological and virological data</li> <li>to design and apply own data analytical workflows</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	The project work requires skills in data analysis/mathematics (ordinary differential equations/statistics) and programming experience in R and/or python.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3
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 The project is appropriate for MSc students interested in immunological data sciences with a good quantitative background (MSc Artificial Intelligence; MSc Data Science; MSc Medical Engineering; MSc Molecular Medicine; MSc Integrated Life Sciences; MSc Integrated Immunology).
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Praktikumsleistung Successful participation includes the project work, a written report (ca 20 pages) and a final presentation
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Praktikumsleistung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 255 h

14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47676	<b>Projekt Biomedical Network Science</b>	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Projektseminar: Project Biomedical Network Science (4 SWS)	10 ECTS
3	Lehrende		

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>	Semester: 3
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>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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. 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. The students will be able to implement CT reconstruction for parallel, fan, and cone beam geometries.</p> <p>Students will understand basic GPU architectures.</p> <p>Students will learn to implement software in Java and OpenCL</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3

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>	

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	An Nguyen Prof. Dr. Björn Eskofier 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.</p> <p>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>	Semester: 3	
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>	Portfolio
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Portfolio (100%) The overall grade consists of these parts: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 50% graded implementation</li> <li>• 25% graded presentation</li> <li>• 25% graded documentation/report</li> </ul>
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 Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 628205	<b>Projekt Mustererkennung</b> Project: Pattern recognition	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum/Projekt: Projekt Computer Vision (0 SWS)	10 ECTS
		Praktikum/Projekt: Projekt Mustererkennung (0 SWS)	10 ECTS
		Praktikum/Projekt: Project Remote Sensing (2 SWS)	10 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Vincent Christlein Martin Mayr Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier 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>	Semester: 3
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 Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47594	<b>Research Project on Surgical Robotics</b>	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Research Project on Surgical Robotics (4 SWS)	10 ECTS
3	Lehrende		

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Franziska Mathis-Ullrich	
5	<b>Inhalt</b>	<p>In this module, students will analyse, present and discuss issues and topics concerning the usage of biological signals in rehabilitation and assistive robotics, including the correct placement and use of the associated sensors, the techniques to condition the signals, sensor fusion, feature extraction and the usage of machine learning applied to such kind of signals.</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>	On successful completion of the module, students will be familiar with sensors and signals used in rehabilitation and assistive robotics, both theoretically and practically. They will also be able to deduce potential new research lines from recent developments.	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Recommended: basic maths, especially statistics; fundamentals of signal processing and machine learning.	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3	
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: 30 h Eigenstudium: 120 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>		
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>• [2015] A survey of sensor fusion methods in wearable robotics, D. Novak and R. Riener</li> </ul>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96531	<b>Praktikum Transmission System Operations and Control</b> Transmission system operations and control	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Transmission System Operations and Control (0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther	
5	<b>Inhalt</b>	<p>The practical training gives the students the opportunity to get to know the operative business of a TSO. The learning objective is to deepen the contents of the lectures as well as to put them into practice. To this end, students will carry out practical training in cooperation with the TSO - Swissgrid and its transmission system or control room environment. This direct link between theory and practice gives students a comprehensive insight into the state of the art. The work practice will therefore take place on site at Swissgrid.</p> <p>In the context of Europe's security of supply, Swissgrid plays a very important role as a transit country and coordination centre for Southern Europe. This interanationalism and the associated routines of daily business is an aspect that the students should get to know during their internship.</p> <p>Students should learn and recognize how the physical laws of a complex European energy system can be embedded in an operational control room environment through mathematical representation. To this end, the following points are discussed and worked through in groups or individually in connection with Swissgrid:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The load-frequency control complex process from dimensioning of operational reserves until SCADA/EMS systems functionalities.</li> <li>• Implementation of the theory of reactive power / voltage control.</li> <li>• Integration of WAM (PMU-based) system measurements philosophy in the system operation.</li> <li>• Investigation of the related processes: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Long term operational planning process includes the planning of outages and set up the reference model of Swiss transmission system.</li> <li>- In the short term operational planning process the Continental European network model is being merged and checked. <ul style="list-style-type: none"> <li>• In case of discovered contingencies the remedial actions are proposed and implemented</li> <li>• State estimation calculations in the real-time operation including operational security analysis, real-time congestion management and remedial actions.</li> <li>• Data and information exchange internally and among TSOs in Europe.</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Under guidance, gain initial insights and knowledge of the operational processes of TSOs.</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Practice-oriented introduction to the future problems of power engineering.</li> <li>• Transformation of the physical phenomena in the control automatics and the actions</li> <li>• Investigation and interpretation of the numerical results with the help of their engineering knowledge</li> <li>• Gain experience in dealing with the complexity of transmission system operation</li> <li>• Development of methodological competence for the processing and provision of complex energy technology topics</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Due to the external venue, the number of participants in this exclusive internship is very limited. In order to guarantee the learning success the corresponding lecture is strictly recommended. If the number of applicants exceeds the number of places available, a decision will be made based on the lecture grades.
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>	Praktikumsleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Praktikumsleistung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
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 Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

# Flexibles Budget / Flexible budget

1	<b>Modulbezeichnung</b> 531683	<b>Audiologie/Hörgeräteakustik</b>	<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>	M7 Flexibles Budget Technische Fakultät Master of Science Medizintechnik 20182 Flexibles Budget / Flexible budget Master of Science Medizintechnik 20222 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: ?? 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>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Becoming an innovative engineer (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Björn Eskofier Sophie Fleischmann	

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>	Semester: 1
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

		M7 Flexible budget Faculty of Engineering and Economy (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M7 Flexible budget Faculty of Engineering and Economy (MER) Master of Science Medizintechnik 20222 Electronic exam (in presence), 60min.
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>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47666	<b>Bewegungsanalyse und biomechanische Grenzgebiete</b>	<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>	Anatomie des menschlichen Bewegungsapparates  Muskeln, Sehnen, Bänder, Knochen, Knorpel  Gelenkmechanik Kinematik  Bewegungsanalyse und Motion-Capturing-Systeme  Kinetik  Kraft- & Druckmessplatten, Bodenreaktionskräfte  Elektromyographie 3D-Modellierung in der Biomechanik  Segmentierung, 3D-Modelle  Simulation  FEM, MKS	
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.</p> <p>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>	

		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.
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
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	Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt Lars Friedrich	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt	
5	<b>Inhalt</b>	<p>BW 1 (konstitutive Grundlagen): Grundlagen und Vertiefung spezifischer Aspekte der Rechtsform-, Standort-, Organisations- und Strategiewahl</p> <p>BW 2 (operative Leistungsprozesse): Betrachtung der unternehmerischen Kernprozesse Forschung und Entwicklung mit Fokus auf das Technologie- und Innovationsmanagement, Beschaffung und Produktion sowie Marketing und Vertrieb</p> <p>BW 3 (Unternehmensgründung): Grundlagen der Gründungsplanung und des Gründungsmanagements BW 3 Übung (Vertiefung und Businessplanerstellung): Vertiefung einzelner Schwerpunkte aus den Bereichen BW 1, 2 und 3 sowie ausgewählte Fallstudien zu wichtigen Elementen eines Businessplans</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>	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>	Voigt, Industrielles Management, 2008

1	<b>Modulbezeichnung</b> 999823	<b>BWL für Ingenieure (BW 1 + BW 2)</b> Business administration for engineers (BW 1 + BW 2)	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: BWL für Ingenieure I (2 SWS)	-
3	Lehrende	Lars Friedrich Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt	
5	<b>Inhalt</b>	<p>BW 1 (konstitutive Grundlagen): Grundlagen und Vertiefung spezifischer Aspekte der Rechtsform-, Standort-, Organisations- und Strategiewahl</p> <p>BW 2 (operative Leistungsprozesse): Betrachtung der unternehmerischen Kernprozesse Forschung und Entwicklung mit Fokus auf das Technologie- und Innovationsmanagement, Beschaffung und Produktion sowie Marketing und Vertrieb</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	
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>	Voigt, Industrielles Management, 2008

1	<b>Modulbezeichnung</b> 681735	<b>Datenbanken in Rechnernetzen und Transaktionssysteme</b> Distributed databases and transaction systems	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Transaktionssysteme / Transaction Systems (2 SWS) Vorlesung: Datenbanken in Rechnernetzen (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>DBRN:</b> Rechnernetze entsprechen dem momentanen Stand der Technik; isolierte Rechnersysteme nehmen an Zahl und Bedeutung ab. Das Betreiben von Datenbanksystemen in Rechnernetzen erfordert neuartige Konzepte, die über die einer zentralisierten Datenbankverwaltung hinausgehen. In der Vorlesung werden Ansätze zur Datenbankverwaltung in verteilten Systemen vorgestellt. Verteilte Datenbanken, Parallele Datenbanken, DB-Sharing und heterogene Datenbanksysteme werden untersucht. Darüber hinaus widmet sich ein weiteres Hauptkapitel der Vorlesung der Verwendung und dem Betrieb von Datenbanksystemen im Internet.</p> <p><b>TAS:</b> Transactions are the core mechanism to guarantee database consistency in the presence of failures. The lecture introduces the cornerstones of the Transaction Concept and related techniques and system architectures. Topics are:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconstructing the Transaction Model</li> <li>• Advanced Transaction Models</li> <li>• Queued transaction processing</li> <li>• Implementing the ACID properties of transactions: Concurrency control, logging and recovery</li> <li>• TP Monitors: TRPC, Architecture of TP Monitor, Transaction Manager</li> </ul> <p>This course generalizes the transaction concept from its traditional database system domain to the broader context of client-server computing. The course begins by defining basic terminology and concepts. The role of a transaction processing system in application design, implementation, and operation is covered. Subsequent lectures cover the theory and practice of implementing locking, logging, and the more generic topic of implementing transactional resource managers.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p><b>DBRN:</b> Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Benennen Ziele verteilter Datenhaltungssysteme</li> <li>• Erklären verschiedene Zielkonflikte, insbesondere das CAP-Theorem</li> <li>• Unterscheiden verschiedene Varianten verteilter Datenhaltungssysteme</li> </ul>

- Erläutern die Optionen zur Metadatenverwaltung in verteilten Datenbanken
- Definieren horizontale und vertikale Fragmentierungen für relationale Datenbanken
- Erklären die Transformationsschritte und Optimierungen der verteilten Anfrageverarbeitung anhand konkreter Beispiele
- Erklären Algorithmen zur verteilten Ausführung von Verbund-Operationen
- Erläutern die Problematik der Deadlock-Erkennung bei verteilten Sperrverfahren
- Unterscheiden die Funktionsweise von Sperrverfahren, Zeitstempelverfahren und Optimistischen Verfahren zur Synchronisation verteilter Transaktionen
- Benennen und erklären verschiedene Verfahren zur Replikationskontrolle
- Erläutern Techniken und Verfahren zur Abschwächung der Konsistenzanforderungen an replizierte Datenbestände
- Erklären die Funktionsweise hochskalierbarer No-SQL Datenbanken am Beispiel der Replikationsmechanismen im Datenbanksystem Cassandra
- Unterscheiden und erläutern Realisierungsalternativen zur Kopplung und Integration heterogener autonomer Datenbanken
- Erläutern die erweiterte Schema-Architektur für föderative Datenbanksysteme
- Erklären die Abbildungsvarianten GaV und LaV für die Implementierung Föderativer Datenbanken

**TAS:**

Die Studierenden

- Erklären die Zielsetzungen und Grenzen transaktionaler Systeme
- Unterscheiden verschiedene erweiterte Transaktionsmodelle
- Erläutern wie die Verfügbarkeit verteilter transaktionaler Systeme durch "Queued Transactions" verbessert werden kann
- Erklären typische Nebenläufigkeitsanomalien
- Erläutern mit konkreten Beispielen was Wiederherstellbarkeit und Striktheit bedeuten
- Erklären Ziele und Funktionsweise von Sperrverfahren, hierarchischen Sperrverfahren und zusätzlichen Sperrmodi
- Erläutern Isolationsstufen zur Abschwächung des Synchronisationsaufwands
- Erklären die grundlegenden Aufgaben und Funktionen eines "Recovery Managers"
- Unterscheiden verschiedene Klassen von Wiederherstellungsalgorithmen
- Erklären Zweck und Funktionsweise von "Checkpoints" und "Fuzzy Checkpoints"
- Erklären im Detail wie das Zwei-Phasen Freigabeprotokoll funktioniert

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erläutern Ziele und Funktionsweise des Drei-Phasen-Freigabeprotokolls und Paxos-Commit</li> <li>• Erläutern die Funktionsweise verteilter Transaktionssysteme auf der Basis der standardisierten Schnittstellen in X-Open/ DTP</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
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>	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 Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	siehe Lehrveranstaltungen

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 mit Übung: 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: Teilgebiete der industriellen Messtechnik, Grundaufgaben der Fertigungsmesstechnik, Messbedingungen und Zeitpunkte, Methoden und Teilaufgaben der Fertigungsmesstechnik, Ziele der Fertigungsmesstechnik; Begriffsdefinitionen: Messen, Überwachen, Prüfen, Überwachen, Lehren, Geschichte der Fertigungsmesstechnik, Ausrüstung in der Fertigungsmesstechnik, Grundeinteilung der Mess- und Prüfmittel, klassische Fertigungsmesstechnik, Koordinatenmesstechnik; Begriffe der Messtechnik (Wiederholung aus Grundlagenvorlesung): Messgröße, Größenwert, Messergebnis, Messwert, Messprinzip, Messmethode, Messverfahren, Empfindlichkeit, Messbereich, Auflösung (Orts- bzw. Skalenauflösung vs. Strukturauflösung, Amplituden-Wellenlängen-Diagramm), wahrer Wert, vereinbarter Wert, systematische und zufällige Messabweichung, Kalibrierung, Verifizierung, Eichung, Validierung, Messpräzision, Messgenauigkeit, Messrichtigkeit, Messunsicherheit</li> <li>• Längenmesstechnik (Handmessmittel und Normale): Aufgaben und Einsatz der Längenmesstechnik, Messschieber (Aufbau, Ablesung), Nonius, Parallaxenabweichung, Abweichung 1.- Ordnung, Abbe'sches Komparatorprinzip, Messvarianten mit Messschiebern, Bauformen von Messschiebern, Messschrauben (Aufbau, Ablesung), Abweichung 2.- Ordnung, Bauformen von Messschrauben, Messuhr, Feinzeiger, Fühlhebelmessgerät, induktive Messtaster (Aufbau, Kennlinie), Ursachen von Messabweichungen: Messkreis, Temperatureinflüsse, Ausdehnungskompensation, Flächenpressung und Abplattung, Deformation von Messplatten und langen Teilen, Kippungs- und Führungsabweichungen, Formabweichungen und -änderungen (Gleichdick bzw. Reuleaux-Polygone), Ellipse und Dreibogengleichdick, Dreipunktmessung, Zentrierfehler und Zentrierhilfen; Werkstoffe für Messkreise: Aluminium, Stahl, Invar 36, Super Invar 32-5, Naturstein, Polymerbeton, Keramiken, Gesintertes Siliziumcarbid, NEXCERA N113G, Titanium-Silikatglas ULE, Zerodur, mechanische Spannungen und Kriechen; Maßverkörperungen: Parallelendmaße, Fühlerlehren, Grenzrachenlehren</li> </ul>	

- Längenmesstechnik (Maßstäbe und Encoder):  
Maßstäbe mit visueller Ablesung: Maßstäbe mit Skalen, Auflösungsvermögen des Auges, Spiralokular, Abweichung 1.- und 2.-Ordnung (Messmikroskop), Abbe Komparator, Eppensteinprinzip; optische inkrementelle Encoder: Längenmessungen mit inkrementellen Encodern, Teilungsbreite vs. Detektorgröße, Moiré-Effekt, Prinzip eines optischen inkrementellen Encoders, Ermittlung Bewegungsrichtung Inkremental-Encoder, Quadratursignale und richtungsabhängige Zählung (Abtastplatte), Netzwerkinterpolatoren (Auflösungserhöhung), Demodulation für Encodersignale, Demodulationsabweichungen (Quantisierungs-, Amplituden-, Offset- und Phasenabweichungen), Heydemannkorrektur, Differenzsignale, Abtastung (abbildendes Prinzip, Durchlicht und reflektiertes Licht), kodierte Referenzmarken, Einfeldlesekopf, Abtastung (interferentielles Prinzip, reflektiertes Licht), Drei-Achsen-Verschiebungssensoren; optische absolute Encoder: absolut codierte Maßstäbe, V- und U-Anordnung und Gray Code, Pseudo Random Code; magnetische, induktive und kapazitive Linearencoder: magnetische Linearencoder, induktive Linearencoder, kapazitive Linearencoder; Längenmessgeräte: Universallängenmessgerät, Höhenmessgerät
- Längenmesstechnik (Interferometer): Interferenz und Interferometer: Interferometrie, Michelson Versuch, Interferenz, Wellengleichung, transversale elektromagnetische Welle (TEM), Polarisierung des Lichtes, Überlagerung von Wellen (konstruktive und destruktive Interferenz), Voraussetzung für die interferometrische Längenmessung, Interferenz von Lichtwellen, Homodynprinzip, Heterodynprinzip, Interferenz am Michelson-Interferometer, Interferenz am Homodyninterferometer, Abstand der Interferenzlinien, Einteilung von Interferometern; Demodulation von Interferometersignalen: Demodulation am Homodyninterferometer, Demodulation am Heterodyninterferometer, Vergleich der Homodyn- und Heterodyninterferometer, Luftbrechzahl, parametrische und interferometrische Erfassung, Totstreckenkorrektur, praktische Realisierung der Demodulation am Homodyninterferometer, Quantisierungsabweichungen, Demodulationsabweichungen durch Quadratursignalrauschen, Längenabweichungen durch Offset-, Amplituden- und Phasenabweichungen, Kompensation der statischen Abweichungen, verbleibende dynamische Abweichungen; Kohärenz: räumliche und zeitliche Kohärenz, Kohärenzlänge von Einfrequenz- und Zweifrequenzlasern sowie Weißlicht; He-Ne-Laser und Rückführbarkeit: spontane und stimulierte Emission, Laser (Aufbau, Resonator und Entstehung der Lasermoden),

Resonatoranordnungen, Gauß-Strahlen, Transformation von Gauß-Strahlen (dünne Linsen), He-Ne-Laser (Energiezustände, Aufbau, Prinzip, Verstärkungskurve und Lasermoden, Frequenzstabilität), Methoden zur Stabilisierung von He-Ne-Lasern (Lamb-dip, externe Absorptionszelle, Intensitätsgleichheit bei Zeeman-Aufspaltung, Intensitätsgleichheit orthogonal linear polarisierter Moden), Messung der Beatfrequenz, optischer Frequenzkamm, Rückführbarkeit der Längenmessung (kurze Strecken), Realisierung der Meterdefinition, Rückführbarkeit der Längenmessung (große Strecken); Absolutinterferometrie: Mehrwellenlängeninterferometer; Interferometeraufbauten: Oberflächenspiegel, Prismen, Retroreflektoren, Strahlteiler, planparallele Platte, Drehkeilpaar, Linearpolarisatoren - strahlteilende Polarisatoren,  $\lambda/2$ - und  $\lambda/4$ -Platten, Faraday-Isolator, Baukastensysteme, Aufbauvarianten, Messabweichungen und Messkreise, Kompaktinterferometer (z. B. Homodyninterferometer), Kombination von Kippinvarianz und lateraler Verschiebung, Justage von Interferometern; Anwendung von Interferometern: Präzisions-Längenkomparator, Kalibrierinterferometer, Laser Tracer, Multilateration, Laser Vibrometrie, Interferenzkomparator

- Winkel- und Neigungsmesstechnik: Winkelmessung und Aufgaben: ebener Winkel, Raumwinkel, Messaufgaben; Winkelmaßverkörperungen: Einzelwinkelnormale, Winkelendmaße, Sinuslineal, Sinus-Winkel-Einstellgerät, Tangenslineal, Winkelprisma verstellbar, mechanische Kreisteilungsnormale, optische Kreisteilungsnormale, Winkelencoder (optisch oder induktiv), Spiegelpolygon, Pentaprisma; Winkelmessgeräte: Winkelmesser, Universalwinkelmesser, Winkelencoder (inkrementell absolut codiert); Messabweichungen: Scheitel- und Schenkeldeckung, Doppelablesung ( $180^\circ$ -Ablesung); Neigungsmessung: Wasserwaagen, Libellen, Koinzidenzlibelle, Schlauchwaage, Klinometer/ Inklinometer (MEMs, Kraftkompensationssensoren); optische Winkelmessgeräte: Fernrohr, Kollimator, Strichplatten, Kollimator und Fernrohr, Autokollimator (visuelle und elektronische Ablesung), Autokollimator-Anwendungen (Winkelverschiebung, Geradheitsmessung, Rechtwinkligkeitsmessung, Kalibrierung von Drehtischen), Sextant, Theodolit und Tachymeter, Lasertracker, Winkelmessung mit Laserinterferometern, Kalibrierinterferometer
- Geometrische Produktspezifikation und Verifikation (GPS): Grundlagen der GPS: Systematik der Gestaltabweichungsarten (Maß-, Form-, Lageabweichungen und Abweichung der Oberflächenbeschaffenheit), Ordnungssystem für Gestaltabweichungen, geometrischen Toleranzen, Entwicklung der Normung und Messtechnik,

System der geometrischen Produktspezifikation, ISO-GPS-Matrix, Grundsätze, Dualitätsprinzip, Operatoren, Begriffsdefinition von Geometrieelementen (Nenn-, wirkliches, erfasstes und zugeordnetes Geometrieelement, ...), Standardgeometrieelemente; Toleranzen von Längenmaßen: Größenmaße, Spezifikationsmodifizierer für Längenmaße, Toleranzen von Längenmaßen, Nennmaß, Grenzmaß, Abmaß, Grenzabmaß, ISO-Toleranzsystem für Längenmaße ISO-Passungen; Toleranzen von Winkelmaßen: Spezifikationsmodifizierer für Winkelmaße, Winkelgrößenmaße; Entscheidungsregeln für Konformitäts- und Nichtkonformitätsnachweis: Kennwerte für Messabweichungen, „Goldene Regel“ der Messtechnik nach Berndt (ca. 1924), Prüfung auf Konformität, Prüfung auf Nichtkonformität; Bezüge, Form-, Richtungs-, Orts- und Lauf toleranz, zusätzliche Spezifikationen (grundlegende GPS-Spezifikationen, Unabhängigkeitsprinzip, Maximum-Material-Bedingung, Minimum-Material-Bedingung, Reziprozitätsbedingung, Hüllbedingung, "Taylor'scher Grundsatz", freier Zustand; Allgemeintoleranzen, Welligkeit und Rauheit, Kanten mit unbestimmter Gestalt, definierte Übergänge zwischen Geometrieelementen (Kante bestimmter Gestalt), Produktionsprozessspezifische Normen (Gußteile, Kunststoff-Formteile, thermisches Schneiden)

- Taktile Koordinatenmesstechnik: Historie, Gerätetechnik: Grundanordnung, konventionelle und unkonventionelle Bauarten, Gerätetechnik (Antriebe, Führungen, Längenmesssysteme), Tastsysteme (Übersicht, Messung der Auslenkung, Messsignale, Antastung, Einzelpunktantastung, Scanning, Richtungsempfindlichkeit, Erzeugung der Antastkraft, Kinematik, Bestandteile, kinematische Kopplungen, Dreh-Schwenk-System, Taster, Arten von Tastsystemen, mechanische Filterwirkung), Steuereinheit, Zusatzeinrichtungen (Drehtisch, Taster- und Messkopfwechselbank, Werkstückfixierung); Vorbereitung, Durchführung und Auswertung der Messung: Beschreiben und Festlegen der Messaufgabe inkl. Bezugssystem, Feststellen Einflüsse auf das Messergebnis, Vorbereitung der Messung, Aufspannen des Werkstücks, Auswahl des Messkopfes und Tasters, Einmessen des Tasters, Festlegen der Messstrategie, Auswertung der Messergebnisse (Ausgleichsverfahren, Operatoren, Messunsicherheitsbestimmung); Spezifikation, Parameter und Prüfung (Annahme- und Bestätigungsprüfung, Überwachung von Koordinatenmessgeräten, Normale, Spezifikation)
- Taktile Oberflächenmesstechnik: Oberflächen, Charakterisierung von Oberflächen, Oberflächenmessprinzipien, Wechselwirkung und Einflussgrößen, Oberflächenmessverfahren; taktile

Messverfahren: Tastschnittgeräte, Diamant-Tastspitze, Messumformer, morphologische Filterwirkung, Bauarten; Überblick Oberflächenparameter; Profilparameter (2D; DIN EN ISO 4287 und DIN EN ISO 21920-2): Auswertung eines Oberflächenprofils, Filterung, Messstrecke und Einzelmessstrecken, Senkrechtkenngößen, Waagrechtkenngößen, gemischte Kenngößen, Kenngößen aus charakteristischen Kurven, Motifkenngößen; Flächenparameter (3D; DIN EN ISO 25178-2): Auswertung einer Flächentopographie, Höhenparameter, Hybridparameter, flächenhafte Materialanteilkurve, Topographische Elemente; Streulichtparameter: Varianz der Verteilungskurve

**Content:**

- Basics: Sub-areas of industrial metrology, basic tasks of manufacturing metrology, measuring conditions and points in time, methods and subtasks of manufacturing metrology, objectives of manufacturing metrology; definitions of terms: measuring, monitoring, testing, checking, gauging, history of manufacturing metrology, equipment in manufacturing metrology, basic classification of measuring and testing equipment, classical manufacturing metrology, coordinate metrology; terms of metrology (repetition from fundamental lecture): measured quantity, quantity value, measurement result, measured value, measurement principle, measurement method, measurement procedure, sensitivity, measurement range, resolution (spatial or scale resolution vs. structural resolution, amplitude-wavelength diagram), true value, agreed value, systematic and random measurement deviation, calibration, verification, validation, measurement precision, measurement accuracy, measurement correctness, measurement uncertainty
- Length measuring technique (hand-held measuring devices and standards): tasks and use of length measuring technique, caliper (construction, reading), vernier, parallax deviation, error of the 1st order, Abbe's comparator principle, measuring variants with calipers, types of calipers, micrometers (construction, reading), error of the 2nd order, types of micrometers, dial gauge, vernier pointer, lever gauge, inductive probes (construction, characteristic curve), causes of measuring errors: measuring circuit, temperature influences, expansion compensation, surface contact pressure and flattening, deformation of measuring plates and long parts, tilting and guiding deviations, shape deviations and changes (equal thickness or Reuleaux polygons), ellipse and three-arc equal thickness, three-point measurement, centring errors and centring aids; materials for measuring circuits: Aluminium, steel, Invar 36, Super Invar 32-5, natural stone, polymer concrete, ceramics, sintered silicon carbide, NEXCERA N113G, titanium silicate glass ULE, Zerodur, mechanical

stresses and creep; Dimensional standards: gauge blocks, feeler gauges, limit gauges

- Length measuring technique (scales and encoders): scales with visual reading: scales with graduations, resolving power of the eye, spiral eyepiece, 1st and 2nd order error (measuring microscope), Abbe comparator, Eppenstein principle; optical incremental encoders: length measurement with incremental encoders, graduation width vs. detector size, Moiré effect, principle of an optical incremental encoder, determination of direction of movement incremental encoder, quadrature signals and direction-dependent counting (scanning plate), network interpolators (resolution increase), demodulation for encoder signals, demodulation deviations (quantisation, amplitude, offset and phase deviations), Heydemann correction, differential signals, scanning (imaging principle, transmitted and reflected light), coded reference marks, single-field reading head, scanning (interferential principle, reflected light), three-axis displacement sensors; optical absolute encoders: absolute coded scales, V and U arrangement and Gray code, pseudo random code; magnetic, inductive and capacitive linear encoders: magnetic linear encoders, inductive linear encoders, capacitive linear encoders; linear encoders: universal linear encoder, height encoder
- Length measurement technique (interferometer): interference and interferometer: interferometry, Michelson experiment, interference, wave equation, transverse electromagnetic wave (TEM), polarisation of light, superposition of waves (constructive and destructive interference), prerequisite for interferometric length measurement, interference of light waves, homodyne principle, heterodyne principle, interference at the Michelson interferometer, interference at the homodyne interferometer, distance of interference lines, classification of interferometers; demodulation of interferometer signals: demodulation at the homodyne interferometer, demodulation at the heterodyne interferometer, comparison of homodyne and heterodyne interferometers, air refractive index, parametric and interferometric acquisition, dead-path correction, practical realisation of demodulation at the homodyne interferometer, quantisation deviations, demodulation deviations due to quadrature signal noise, length deviations due to offset, amplitude and phase deviations, compensation of static deviations, remaining dynamic deviations; coherence: spatial and temporal coherence, coherence length of single-frequency and dual-frequency lasers and white light; He-Ne laser and traceability: spontaneous and stimulated emission, lasers (structure, resonator and origin of laser modes), resonator arrangements, Gaussian beams, transformation of Gaussian beams (thin lenses), He-Ne lasers (energy states, structure, principle, gain curve and laser modes,

frequency stability), methods for stabilising He-Ne lasers (Lamb-dip, external absorption cell, intensity equality with Zeeman splitting, intensity equality of orthogonally linearly polarised modes), measurement of beat frequency, optical frequency comb, traceability of length measurement (short distances), realisation of metre definition, traceability of length measurement (long distances); absolute interferometry: multi-wavelength interferometer; interferometer set-ups: surface mirrors, prisms, retroreflectors, beam splitters, plane-parallel plate, rotating wedge pair, linear polarisers - beam-splitting polarisers,  $\lambda/2$  and  $\lambda/4$  plates, Faraday isolator, modular systems, set-up variants, measurement errors and measurement circuits, compact interferometers (e.g. homodyne interferometer), combination of tilt invariance and lateral displacement, adjustment of interferometers; application of interferometers: precision length comparator, calibration interferometer, laser tracer, multilateration, laser vibrometry, interference comparator

- Angle and inclination measuring technology: angle measurement and tasks: plane angle, solid angle, measuring tasks; angle measuring standards: single angle standards, angle end measures, sine ruler, sine angle adjuster, tangent ruler, angle prism adjustable, mechanical circular graduation standards, optical circular graduation standards, angle encoder (optical or inductive), mirror polygon, pentaprism; angle measuring instruments: protractor, universal protractor, angle encoder (incremental absolute coded); measurement deviations: vertex and limb coverage, double reading ( $180^\circ$  reading); inclination measurement: spirit levels, bubble levels, coincidence bubble, hose level, clinometer/ inclinometer (MEMS, force compensation sensors); optical angle measuring instruments: Telescope, collimator, graticules, collimator and telescope, autocollimator (visual and electronic reading), autocollimator applications (angular displacement, straightness measurement, squareness measurement, calibration of rotary tables), sextant, theodolite and tachymeter, laser tracker, angle measurement with laser interferometers, calibration interferometer
- Geometric product specification and verification (GPS): fundamentals of GPS: systematics of shape deviation types (dimensional, form, positional and surface quality deviations), classification system for shape deviations, geometric tolerances, development of standardisation and metrology, system of geometric product specification, ISO GPS matrix, principles, duality principle, operators, definition of terms of geometry elements (nominal, real, recorded and assigned geometry element, ...), standard geometry elements; tolerances of length dimensions: size dimensions, specification modifiers for length dimensions, tolerances of length

dimensions, nominal dimension, limit dimension, allowance, limit allowance, ISO tolerance system for length dimensions ISO fits; tolerances of angle dimensions: specification modifiers for angular dimensions, angular size dimensions; decision rules for proof of conformity and non-conformity: characteristic values for measurement deviations, "Golden Rule" of metrology according to Berndt (ca. 1924), verification of conformity, verification of non-conformity; references, shape, direction, location and running tolerance, additional specifications (basic GPS specifications, independence principle, maximum material condition, minimum material condition, reciprocity condition, envelope condition, "Taylor's principle", free state; general tolerances, waviness and roughness, edges of indeterminate shape, defined transitions between geometry elements (edge of determinate shape), production process specific standards (castings, moulded plastic parts, thermal cutting)

- Tactile coordinate measuring technology: history, instrument technology: basic arrangement, conventional and unconventional designs, machine technology (drives, guideways, length measuring systems), tactile systems (overview, measurement of deflection, measuring signals, probing, single-point probing, scanning, directional sensitivity, generation of probing force, kinematics, components, kinematic couplings, rotary-tilt system, probes, types of tactile systems, mechanical filter effect), control unit, additional equipment (rotary table, probe and measuring head changing bench, workpiece fixing); preparation, execution and evaluation of the measurement: describing and specifying the measuring task incl. reference system reference system, determining influences on the measurement result, preparing the measurement, clamping the workpiece, selecting the measuring head and probe, calibrating the probe, determining the measurement strategy, evaluating the measurement results (compensation methods, operators, determining the measurement uncertainty); specification, parameters and testing (acceptance and confirmation testing, monitoring coordinate measuring machines, standards, specification)
- Tactile surface metrology: surfaces, characterisation of surfaces, surface measuring principles, interaction and influencing variables, surface measuring methods; tactile measuring methods: tactile measuring methods: stylus instruments, diamond stylus tip, transducer, morphological filter effect, types; overview of surface parameters; profile parameters (2D; DIN EN ISO 4287 and DIN EN ISO 21920-2): evaluation of a surface profile, filtering, measuring section and individual measuring sections, perpendicular parameters, horizontal parameters, mixed parameters, parameters from characteristic curves, motif parameters; surface parameters

		(3D; DIN EN ISO 25178-2): evaluation of an area topography, height parameters, hybrid parameters, area material proportion curve, topographic elements; scattered light parameters: variance of the distribution curve
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierendenden können die Motivation, Ziele, Grundsätze und Strategien der Fertigungsmesstechnik darlegen.</li> <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>Die Studierenden können Messergebnisse und das zugrunde liegenden Verfahren angemessen kommunizieren und interpretieren.</li> </ul> <p>Anwenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können Messaufgaben durch das Erlernte implementieren.</li> <li>Die Studierenden können geeignete Verfahren im Bereich Fertigungsmesstechnik eigenständig auswählen.</li> </ul> <p>Analysieren</p> <ul style="list-style-type: none"> <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>
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>	M7 Flexibles Budget Technische Fakultät Master of Science Medizintechnik 20182 Flexibles Budget / Flexible budget Master of Science Medizintechnik 20222 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>• 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> <li>• Pfeifer, Tilo: Fertigungsmeßtechnik. R. Oldenbourg Verlag München Wien, 1998 ISBN 3-486-24219-9</li> <li>• Keferstein, Claus P.: Fertigungsmesstechnik. 7. Auflage, Vieweg+Teubner Verlag, 2011 ISBN 978-3-8348-0692-5</li> <li>• Warnecke, H.-J.; Dutschke, W.: Fertigungsmeßtechnik. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York Tokyo, 1984 ISBN 3-540-11784-9</li> <li>• Christoph, Ralf; Neumann, Hans Joachim: Multisensor-Koordinatenmesstechnik. 3. Auflage, Verlag Moderne Industrie, 2006 ISBN 978-3-937889-51-2</li> <li>• Neumann, Hans Joachim: Koordinatenmesstechnik im der industriellen Einsatz. Verlag Moderne Industrie, 2000 ISBN 3-478-93212-2</li> <li>• Ernst, Alfons: Digitale Längen- und Winkelmesstechnik. 4. Auflage, Verlag Moderne Industrie, 2001 ISBN 3-478-93264-5</li> <li>• Joza, Jan: Messen großer Längen. VEB Verlag Technik Berlin, 1969</li> <li>• Henzold, Georg: Form und Lage. 3. Auflage, Beuth Verlag GmbH Berlin, 2011 ISBN 978-3-410-21196-9</li> <li>• Weckenmann, A.: Koordinatenmesstechnik: Flexible Strategien für funktions- und fertigungsgerechtes Prüfen, 2. Auflage, Carl Hanser Verlag München, 2012</li> <li>• *Internetlinks für weitere Information zum Thema Messtechnik*</li> <li>• [Video des VDI: Messtechnik - Unsichtbare Präzision überall]<a href="http://youtu.be/tQgvr_Y3GI0">http://youtu.be/tQgvr_Y3GI0</a></li> <li>• [Multisensor-Koordinatenmesstechnik]<a href="http://www.koordinatenmesstechnik.de/">http://www.koordinatenmesstechnik.de/</a></li> <li>• [E-Learning Kurs AUKOM Stufe 1]<a href="http://www.aukom-ev.de/deutsch/elearning/content.html">http://www.aukom-ev.de/deutsch/elearning/content.html</a></li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47614	<b>Green AI - AI for sustainability and sustainability of AI</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Green AI - AI for Sustainability and Sustainability of AI (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Björn Eskofier Eva Dorschky 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>	Semester: 1	

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>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Innovation and Leadership (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Layla Hajjam Matthäus Wilga Prof. Dr. Kathrin Möslein 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 M7 Flexible budget Faculty of Engineering and Economy (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222</p>	

		M7 Flexible budget Faculty of Engineering and Economy (MER) Master of Science Medizintechnik 20222
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, Möslein & Reichwald: Leading Open Innovation; 2013 MIT Press,ISBN-13: 978-0262018494

1	<b>Modulbezeichnung</b> 87657	<b>Innovation technology</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Innovation Technology II - Bachelor (2 SWS, SoSe 2024) Vorlesung mit Übung: Innovation Technology I (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Kathrin Möslein Julius Kirschbaum Julian Kurtz Spyridon Koustas Timon Sengewald	

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>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Flexibles Budget / Flexible budget Master of Science Medizintechnik 20222	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Präsentation Hausarbeit	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Präsentation (50%) Hausarbeit (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>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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>	Semester: 1	
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 M5 Medical Engineering specialisation modules (MER) 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 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>• [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> 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	

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>	<p>Die Studierenden</p> <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>	M7 Flexibles Budget Technische Fakultät Master of Science Medizintechnik 20182 Flexibles Budget / Flexible budget Master of Science Medizintechnik 20222 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	



1	<b>Modulbezeichnung</b> 47617	<b>Rehabilitation and Assistive Robotics</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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>	Semester: 1	
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 M3 Medical Engineering Core 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: 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>• [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> 47589	<b>Seminar History of Medical Engineering</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Seminar: History of Medical Engineering (4 SWS) <b>compulsory attendance at the initial meeting and at presentation day</b>	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Claudio Castellini Dr.rer.nat. Sabine Thürauf	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr.rer.nat. Sabine Thürauf	
5	<b>Inhalt</b>	<i>The seminar will give an overview about medical engineering from its beginning, state-of-the-art systems and future trends. The students will present topics related to the exhibits of Siemens Healthineers MedMuseum. The development of medical devices over the last decades should be comprehended and the effects of nowadays medical engineering topics will be regarded.</i>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>On successful completion of the module, students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• can explain the history of medical engineering, the state-of-the-art and future trends.</li> <li>• are able to deduce potential new research lines from recent developments.</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>	Seminarleistung	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung <i>Presentation 50%, written paper 50%</i>	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 20hrs Eigenstudium: 130hrs	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 semester Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch	
16	<b>Literaturhinweise</b>		

1	<b>Modulbezeichnung</b> 57241	<b>Service innovation</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Flexibles Budget / Flexible budget Master of Science Medizintechnik 20222 M7 Flexible budget Faculty of Engineering and Economy (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222 M7 Flexible budget Faculty of Engineering and Economy (MER) 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>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

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>	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. 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.
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
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 M7 Flexible budget Faculty of Engineering and Economy (HMDA) Master of Science Medizintechnik 20222

		M7 Flexible budget Faculty of Engineering and Economy (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: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch Deutsch oder Englisch Englisch
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.