



UNIVERSITÄT ZU LÜBECK

Modulhandbuch für den Studiengang

# **Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014**

Fassung vom 7. April 2026

## Medizinische Ingenieurwissenschaft

Mustererkennung (CS4220-KP04, CS4220, Muster)	1
Bildanalyse und Visualisierung in Diagnostik und Therapie (CS4330-KP04, CS4330, BAVIS)	3
Fortgeschrittene Verfahren der Medizinischen Bildverarbeitung (CS4371-KP08, CS4371, FVMB)	5
Sprach- und Audiosignalverarbeitung (CS5260-KP04, CS5260SJ14, SprachAu14)	7
Ausgewählte Methoden der Signalanalyse und -verbesserung (CS5275-KP04, CS5275, AMSAV)	9
Therapeutische Laseranwendungen (ME3220-KP04, ME3220, TLA)	11
Inverse Probleme bei der Bildgebung (ME4030-KP04, ME4030, InversProb)	13
Quantenphysik der medizinischen Diagnostik und Therapie (ME4040-KP04, ME4040, QDT)	15
Augenoptik des Menschen und ophthalmologische Instrumente (ME4141-KP04, ME4141, AMOI)	17
Mechanismen laserinduzierter Gewebseffekte (ME4170-KP04, ME4170, MechLasGew)	19
Bildgebende optische Diagnostik (ME4180-KP04, ME4180, BOD)	20
Computerunterstützte Optische Bildgebung (ME4185-KP04, COI)	22
Mikroskopische Optische Verfahren (ME4220-KP04, ME4220, MOV)	24
Scannende Bildgebungs- und 3D-Druckverfahren (ME4230-KP04, ScanBildge)	26
Beugung, Auflösung und Superauflösung - Limitierungen der modernen Mikroskopie (ME4270-KP04, BAS)	28
Bildgebende Systeme (ME4410-KP12, ME4410, BS)	30
Modulteil: Computertomographie (ME4411 T, CT)	31
Modulteil: Magnetresonanztomographie (ME4412 T, MRT)	33
Modulteil: Nuklearbildgebung (ME4413 T, Nukl)	35
Biomedizinische Optik (ME4420-KP12, ME4420, BMO)	37
Modulteil: Biomedizinische Optik 1 (ME4421 T, BioMedOp1)	39
Modulteil: Biomedizinische Optik 2 (ME4422 T, BioMedOp2)	41
Modulteil: Laserphysik und -technologie (ME4423 T, LaPhyTec)	43
Magnetresonanztomographie 2 (ME4452-KP04, MRT2)	45
Optische und Photonische Systeme: Design, Modellierung, Herstellung (ME4530-KP04, OptPhoSys)	47
Projektpraktikum 1 (ME5500-KP12, ME5500, ProjPrak1)	49
Projektpraktikum 2 (ME5510-KP12, ME5510, ProjPrak2)	51
Masterarbeit Medizinische Ingenieurwissenschaft (ME5990-KP30, ME5990, MAMIW)	53
Klinische Medizin (MZ4400-KP08, MZ4400, KM)	54

## Mathematik/Naturwissenschaften

Modulteil: Einzelmolekülmethoden (LS4020 C-MIW, EinzelStrT)	56
Modulteil: Proteinbiophysik (LS4020 F-MIW, PBPT)	58
Modulteil: Membranbiophysik (LS4130 A, Biophy2Mem)	60
Moleküldynamik (LS5710-KP04, LS5710, MD)	62
Graphentheorie (MA3445-KP04, MA3445, Graphen)	64
Modulteil: Optimierung (MA4030 T, OptiT)	66

Optimierung (MA4030-KP08, MA4030, Opti)	68
Modellierung und Analyse zeitabhängiger biologischer Prozesse und Daten (MA4300-KP12, MA4300, MAPD)	70
Numerische Optimierung (MA4310-KP12, MA4310, NumOpt)	71
Modulteil: Biosignalanalyse (MA4330 T, BioSAT)	72
Biosignalanalyse (MA4330-KP04, MA4330, BioSA)	73
Modulteil: Modellierung Biologischer Systeme (MA4450 T, MoBST)	74
Modellierung Biologischer Systeme (MA4450-KP08, MA4450-MML, MoBS)	76
Mathematische Methoden der Bildverarbeitung (MA4500-KP04, MA4500, MatheBildv)	78
Stochastische Prozesse und Modellierung (MA4610-KP04, MA4610, StochPrzMd)	80
Bildregistrierung (MA5030-KP04, MA5030, Bildregist)	82
Modulteil: Numerik der Bildverarbeitung (MA5032 T, NumerikBVT)	84
Numerik der Bildverarbeitung (MA5032-KP04, MA5032, NumerikBV)	86
Modulteil: Variationsrechnung und Partielle Differentialgleichungen (MA5034 T, VariPDET)	88
Variationsrechnung und Partielle Differentialgleichungen (MA5034-KP04, MA5034, VariPDE)	90
Grundlagen Magnetischer Methoden in der Medizin (ME4050-KP04, ME4050, GMMM)	92
Mechanismen der Photobiologie und Photomedizin (ME4140-KP04, ME4140, MPP)	94
Zellmanipulation mit optischen Methoden (ME4190-KP04, ME4190, ZOM)	96
Modulteil: Instrumentierung in der Biophysik (ME4250 A, InBp)	98
Biophysik (ME4250-KP12, ME4250, BioPhys)	99
Instrumentierung in der Biophysik (ME4255-KP04, InstBph)	100
Modulteil: Theoretische Biophysik (ME4260 T, TheoBiophy)	101
Fortgeschrittene Methoden der Regelungstechnik (ME4500-KP04, ME4500, FoMeReg)	103

## Informatik/Elektrotechnik

Modulteil: Model Checking (CS4138 T, ModelCha14)	105
Model Checking (CS4138-KP06, CS4138SJ14, ModelChe14)	107
Modulteil: Runtime Verification und Testen (CS4139 T, RVTestena)	108
Runtime Verification und Testen (CS4139-KP06, CS4139, RVTesten)	110
Systemarchitekturen für verteilte Anwendungen (CS4151-KP04, CS4151, SVA)	112
Echtzeitsysteme (CS4160-KP06, CS4160SJ14, Echtzeit14)	114
Modulteil: Mustererkennung (CS4220 T, MEa)	116
Computer Vision (CS4250-KP04, CS4250, CompVision)	118
Medizinische Robotik (CS4270-KP04, CS4270, MedRob)	120
Modulteil: Bildanalyse und Visualisierung in Diagnostik und Therapie (CS4331 T, BAVIS_T)	121
Modulteil: Modell- und KI-basierte Bildverarbeitung in der Medizin (CS4332 T, MoKiBi_T)	123
Modulteil: Fortgeschrittene Verfahren der Medizinischen Bildverarbeitung (CS4371 T, FVMBT)	125
Medical Deep Learning (CS4374-KP06, MDL)	127
Medizinische Bildverarbeitung für MIW (CS4380-KP12, CS4380, VertMBV)	129
Modulteil: Neuroinformatik (CS4405 T, NeuroInfA)	130



Neuroinformatik (CS4405-KP04, CS4405, NeuroInf)	132
Systemidentifikation (CS4480-KP04, Sysiden)	134
Softwareverifikation (CS4507-KP12, CS4507, SoftVeri)	136
Signalanalyse (CS4510-KP12, CS4510, SignalAna)	138
Lernende Systeme (CS4511-KP12, CS4511, LernSys)	140
Modulteil: Projektpraktikum Signal- und Bildverarbeitung (CS5194 T, PrSigBildv)	142
Künstliche Intelligenz 2 (CS5204-KP04, CS5204, KI2)	144
Modulteil: Statische Analyse (CS5220 T, StatAnaa)	146
Modulteil: Sprach- und Audiosignalverarbeitung (CS5260SJ14 T, SprachA14a)	148
Modulteil: Ausgewählte Methoden der Signalanalyse und -verbesserung (CS5275 T, AMSAVa)	150
Modulteil: Seminar Maschinelles Lernen (CS5430 T, SemMaschLa)	152
Modulteil: Maschinelles Lernen (CS5450 T, MaschLerna)	153
Maschinelles Lernen (CS5450-KP04, CS5450, MaschLern)	155
Regelungstechnik und Mechatronik (ME2450-KP08, ME2450, RegelMecha)	157
Regelungstechnik (ME2451-KP04, ME2451, RegTech)	158
Mechatronik (ME2452-KP04, ME2452, Mech)	160
Elektrische Maschinen (ME2460-KP04, ME2460, EM)	162
Leistungselektronik (ME2470-KP04, ME2470, LE)	163
Modulteil: Fortgeschrittene Methoden der Regelungstechnik (ME4500 T, FoMeRegT)	164
Modellprädiktive Regelung (RO4001-KP04, MPCKP04)	166
Regelungstechnische Systeme (RO4400-KP12, RegelSys12)	168
Graphical Models in Systems and Control (RO5501-KP04, GMSC)	170

## Nicht-Fachspezifisch

Rechtliche Grundlagen für die IT (CS5820-KP04, CS5820, ITRecht)	172
Wirtschaftsrecht (EC4010-KP04, EC4010, WirtRecht)	174
Einführung in die Wirtschaftswissenschaften (LS2800 F-MIW, WiWi)	176
Englisch (PS1030-KP04, PS1030, Engl)	177
Ethik der Forschung (PS4620-KP04, PS4620SJ14, EthikKP04)	178
Ethical Design Considerations in Medical Technology (PS5430-KP04, EthMedTech)	180
Wissenschaftliche Lehrtätigkeit (PS5810-KP04, PS5810, WLehrKP04)	182
StartUp und New Business (PS5830-KP04, PS5830, StartUp)	184
Allgemeine Psychologie 1 (PY1200-KP04, PY1200-MIW, APKP04)	186
Ingenieurpsychologie (PY4210-KP04, PY4210, IngPsy)	188

## Fächerübergreifende Module

Studierendentagung (PS5000-KP06, PS5000, ST)	190
--	-----

**CS4220-KP04, CS4220 - Mustererkennung (Muster)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Wird nicht mehr angeboten	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medieninformatik 2020 (Wahlpflicht), Informatik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Pflicht), Mathematik, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2019 (Wahlpflicht), Medical Data Science / Künstliche Intelligenz, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2014 (Wahlpflicht), Medizinische Bildverarbeitung, 1. oder 2. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS4220-V: Mustererkennung (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• CS4220-Ü: Mustererkennung (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 55 Stunden Selbststudium</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Wahrscheinlichkeitstheorie</li> <li>• Grundlagen der Merkmalsextraktion und Mustererkennung</li> <li>• Bayes'sche Entscheidungstheorie</li> <li>• Diskriminanzfunktionen</li> <li>• Neyman-Pearson-Test</li> <li>• Receiver Operating Characteristic</li> <li>• Parametrische und nichtparametrische Dichteschätzung</li> <li>• kNN-Klassifikator</li> <li>• Lineare Klassifikatoren</li> <li>• Support-vector-machines und kernel trick</li> <li>• Random Forest</li> <li>• Neuronale Netze</li> <li>• Merkmalsreduktion und -transformation</li> <li>• Bewertung von Klassifikatoren durch Kreuzvalidierung</li> <li>• Ausgewählte Anwendungsszenarien: Akustische Szenenklassifikation für die Steuerung von Hörgeräte-Algorithmen, akustische Ereigniserkennung, Aufmerksamkeitserkennung auf EEG-Basis, Sprecher- und Emotionserkennung</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können die Grundlagen von Merkmalsextraktion und Klassifikation erklären.</li> <li>• Sie können die Grundlagen statistischer Modellierung darstellen.</li> <li>• Sie können Merkmalsextraktions-, Merkmalsreduktions- und Entscheidungsverfahren in der Praxis anwenden.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Alfred Mertins</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Signalverarbeitung</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Alfred Mertins</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• R. O. Duda, P. E. Hart, D. G. Stork: Pattern Classification - New York: Wiley</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Deutsch angeboten</li> </ul>		



**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zum Modul:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung:

- Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben während des Semesters (mind. 50% der erreichbaren Punkte) sowie die erfolgreiche Abgabe der Projektaufgabe.

Modulprüfung:

- CS4220-L1: Mustererkennung, Klausur, 90 Min, 100% der Modulnote

Ist ersetzt durch CS5260-KP04 Sprach- und Audiosignalverarbeitung.

**CS4330-KP04, CS4330 - Bildanalyse und Visualisierung in Diagnostik und Therapie (BAVIS)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Max. Gruppengröße:</b>
1 Semester	Wird nicht mehr angeboten	4	99
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2011 (Vertiefung), Bildgebende Systeme, Signal- und Bildverarbeitung, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2010 (Wahl), Informatik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2012 (Pflicht), Anwendungsfach Medizinische Informatik, 2. Fachsemester</li> </ul>			
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS4330-V: Bildanalyse und Visualisierung in Diagnostik und Therapie (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• CS4330-Ü: Bildanalyse und Visualisierung in Diagnostik und Therapie (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 55 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>	
<b>Lehrinhalte:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Methoden und Algorithmen zur Analyse und Visualisierung medizinischer Bilddaten unter Einbeziehung aktueller Forschungsarbeiten im Bereich der Medizinischen Bildverarbeitung. Im Einzelnen werden folgende Methoden und Algorithmen vorgestellt:</li> <li>• Datengetriebene Segmentierung multispektraler Bilddaten</li> <li>• Random Decision Forests für die Segmentierung medizinischer Bilddaten</li> <li>• Convolutional Neural Networks und Deep Learning in der medizinischen Bildverarbeitung</li> <li>• Live-Wire-Segmentierung</li> <li>• Segmentierung mit aktiven Konturmodellen und deformierbaren Modellen</li> <li>• Level-Set-Segmentierung</li> <li>• Statistische Formmodelle</li> <li>• Grundlagen der Bildregistrierung</li> <li>• Atlasbasierte Segmentierung und Multi-Atlas-Segmentierung mittels nicht-linearer Registrierung</li> <li>• Visualisierungstechniken in der Medizin</li> <li>• Direktes Volumenrendering</li> <li>• Indirektes Volumenrendering, Ray Tracing, Ray Casting</li> <li>• Haptische 3D-Interaktionen in virtuellen Körpern</li> <li>• Virtual Reality Techniken mit medizinischen Beispielanwendungen</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können fortgeschrittene Verfahren zur medizinischen Bildanalyse und Visualisierung einordnen, erläutern, anhand ihrer Eigenschaften charakterisieren und problemspezifisch für eine konkrete Anwendung auswählen.</li> <li>• Sie sind in der Lage, fortgeschrittene Methoden der Clusteranalyse und Klassifikation insb. mit Support Vector Machines und Random Decision Forests zu erklären und anhand ihrer Eigenschaften zu charakterisieren.</li> <li>• Sie kennen verschiedene Ansätze zur modellbasierten Segmentierung, können die hier gemachten unterschiedlichen Modellannahmen beschreiben und sind in der Lage, die hier verwendeten Optimierungsstrategien und -algorithmen zu erläutern.</li> <li>• Sie sind befähigt, die Eigenschaften verschiedener nicht-linearer Bildregistrierungsmethoden einzuschätzen und für ein konkretes Registrierungsproblem Ähnlichkeitsmaße und Regularisierungsterme problemspezifisch auszuwählen und zu parametrisieren.</li> <li>• Sie kennen Methoden der Multi-Atlas-Segmentierung und können die Eigenschaften verschiedener Label-Fusionsansätze erläutern und beispielhaft anwenden.</li> <li>• Sie können verschiedene medizinische Visualisierungstechniken unterscheiden, anhand ihrer spezifischen Vor- und Nachteile einordnen und in Abhängigkeit von einem konkreten Anwendungsproblem sinnvoll auswählen und anwenden.</li> <li>• Sie können verschiedene haptische Interaktionstechniken erläutern und können verschiedene Systeme zur VR-Simulation in der Medizin einordnen.</li> </ul>			
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten</li> </ul>			
<b>Setzt voraus:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medizinische Bildverarbeitung (CS3310-KP09)</li> <li>• Medizinische Bildverarbeitung (CS3310-KP08, CS3310SJ14)</li> </ul>			

**Modulverantwortlicher:**

- Prof. Dr. rer. nat. habil. Heinz Handels

**Lehrende:**

- Institut für Medizinische Informatik
- Prof. Dr. rer. nat. habil. Heinz Handels

**Literatur:**

- H. Handels: Medizinische Bildverarbeitung - 2. Auflage, Vieweg u. Teubner 2009
- T. Lehmann: Handbuch der Medizinischen Informatik - München: Hanser 2005
- M. Sonka, V. Hlavac, R. Boyle: Image Processing, Analysis and Machine Vision - 2nd edition. Pacific Grove: PWS Publishing 1998
- B. Preim, D. Bartz: Visualization in Medicine - Elsevier, 2007

**Sprache:**

- Wird nur auf Deutsch angeboten

**Bemerkungen:**

Dieses Modul wird nicht mehr angeboten und durch das neue Modul "CS4332-KP04 Modell- und KI-basierte Bildverarbeitung in der Medizin" ersetzt.

Zulassungsvoraussetzungen zum Modul:

- Keine (Die Kompetenzen der vorausgesetzten Module werden für dieses Modul benötigt, die Module stellen aber keine Zulassungsvoraussetzung dar.)

Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung:

- Prüfungsvorleistungen können zu Beginn des Semesters festgelegt werden. Sind Vorleistungen definiert, müssen diese vor der Erstprüfung erbracht und positiv bewertet worden sein.

**CS4371-KP08, CS4371 - Fortgeschrittene Verfahren der Medizinischen Bildverarbeitung (FVMB)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Wintersemester	8
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2019 (Vertiefungsmodul), Medizinische Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2014 (Wahlpflicht), Medizinische Bildverarbeitung, 1. oder 2. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS4371-V: Fortgeschrittene Verfahren der Med. Bildverarbeitung (Vorlesung, 3 SWS)</li> <li>• CS4371-Ü: Fortgeschrittene Verfahren der Med. Bildverarbeitung (Übung, 2 SWS)</li> <li>• CS4371-P: Fortgeschrittene Verfahren der Med. Bildverarbeitung (Praktikum, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 90 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 60 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung</li> <li>• 60 Stunden Selbststudium</li> <li>• 30 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendungen von Bildverarbeitungsmethoden in der Medizin</li> <li>• Superauflösungsverfahren</li> <li>• Rauschunterdrückung und Inhomogenitätskorrektur</li> <li>• Lineare und nicht-lineare Dimensionsreduktion</li> <li>• Patch-basierte Bildverarbeitung und Non-local Means</li> <li>• Fusion von Bildsegmentierungen (NLM und STAPLE)</li> <li>• Random-Walk Algorithmus für interaktive Segmentierung</li> <li>• Nicht-lineare Registrierung und Bewegungsschätzung (optischer Fluss)</li> <li>• Ähnlichkeitsmaße für multi-modale Fusion</li> <li>• Einführung in diskrete graphenbasierte Optimierung</li> <li>• Viterbi-Algorithmus und Message Passing für Stereoberechnung</li> <li>• Graph-Cut Segmentierung und weitere Anwendungen</li> <li>• Extraktion von Bildmerkmalen und Deskriptoren</li> <li>• Korrespondenzfindung mit Landmarken</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende kennen die grundlegenden Verfahren zur Segmentierung, Registrierung und Verarbeitung medizinischer Bilder.</li> <li>• Sie können Methoden mit fachgerechten Begriffen beschreiben.</li> <li>• Sie können Verfahren der Bildverarbeitung als Minimierung einer Energiegleichung beschreiben.</li> <li>• Sie können hierfür ein dünnbesetztes Gleichungssystem aufstellen.</li> <li>• Sie können methodische Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen Anwendungen und Verfahren herstellen.</li> <li>• Sie verstehen die Überführung von kontinuierlichen Problemen in diskrete Optimierungsaufgaben.</li> <li>• Sie können Lösungsverfahren der diskreten Optimierung nachvollziehen.</li> <li>• Sie können mathematische Konzepte in praktische Anwendungen der medizinischen Bildverarbeitung umsetzen.</li> <li>• Sie können praktische Problemstellungen in C++ implementieren.</li> <li>• Sie können verschiedene Methoden und Algorithmen gegeneinander vergleichen und anwendungsbezogen auswählen.</li> <li>• Sie kennen moderne Anwendungsbereiche der medizinischen Bildverarbeitung in der Praxis.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mündliche Prüfung</li> </ul>		
<b>Setzt voraus:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medizinische Bildverarbeitung (CS3310-KP04)</li> <li>• Medizinische Bildverarbeitung (CS3310-KP08, CS3310SJ14)</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. habil. Heinz Handels</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		

- Institut für Medizinische Informatik
- Prof. Dr. Mattias Heinrich

**Literatur:**

- M. Sonka, V. Hlavac, R. Boyle: Image Processing, Analysis and Machine Vision - 2nd edition. Pacific Grove: PWS Publishing 1998

**Sprache:**

- Wird nur auf Deutsch angeboten

**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine (die Kompetenzen der unter "Setzt voraus" genannten Module werden für dieses Modul benötigt, sind aber keine formale Voraussetzung)

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungszetteln und Programmieraufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- CS4371-L1: Fortgeschrittene Verfahren der Medizinischen Bildverarbeitung, mündliche Prüfung

Dieses Modul ersetzt das gleichnamige Modul CS4370, das nicht mehr angeboten wird.

**CS5260-KP04, CS5260SJ14 - Sprach- und Audiosignalverarbeitung (SprachAu14)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes zweite Semester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Wahlpflicht), Zusätzlich anerkanntes Wahlpflichtmodul, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medieninformatik 2020 (Wahlpflicht), Informatik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2019 (Wahlpflicht), Medical Data Science / Künstliche Intelligenz, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2010 (Wahl), Informatik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2014 (Wahlpflicht), Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medieninformatik 2014 (Wahlpflicht), Informatik, Beliebige Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS5260-V: Sprach- und Audiosignalverarbeitung (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• CS5260-Ü: Sprach- und Audiosignalverarbeitung (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 55 Stunden Selbststudium</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spracherzeugung und Hören beim Menschen</li> <li>• Physikalische Modelle des auditorischen Systems</li> <li>• Dynamikkompensation</li> <li>• Spektralanalyse: Spektrum und Cepstrum</li> <li>• Spektralwahrnehmung und Maskierung</li> <li>• Sprachtraktmodelle</li> <li>• Lineare Prädiktion</li> <li>• Codierung im Zeit- und Frequenzbereich</li> <li>• Sprachsynthese</li> <li>• Geräuschreduktion und Echokompensation</li> <li>• Quellen-Lokalisation und räumliche Wiedergabe</li> <li>• Grundzüge der automatischen Spracherkennung</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Am Ende der Lehrveranstaltung können die Studierenden die Grundlagen der menschlichen Spracherzeugung und der entsprechenden mathematischen Modellierung beschreiben.</li> <li>• Sie können die auditorische Wahrnehmung des Menschen und die entsprechenden Signalverarbeitungsmethoden zur technischen Nachbildung des Hörens erläutern.</li> <li>• Sie können die Inhalte der statistischen Sprachmodellierung und Spracherkennung erklären und präsentieren.</li> <li>• Sie können die Signalverarbeitungsmethoden für die Quellentrennung und Messung akustischer Übertragungssysteme erläutern und anwenden.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr.-Ing. Markus Kallinger</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Signalverarbeitung</a></li> <li>• Prof. Dr.-Ing. Markus Kallinger</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• L. Rabiner, B.-H. Juang: Fundamentals of Speech Recognition - Upper Saddle River: Prentice Hall 1993</li> <li>• J. O. Heller, J. L. Hansen, J. G. Proakis: Discrete-Time Processing of Speech Signals - IEEE Press</li> </ul>		



**Sprache:**

- Wird nur auf Deutsch angeboten

**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zum Modul:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Regelmäßige und positiv bewertete Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- CS5260-L1: Sprach- und Audiosignalverarbeitung, Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten, 100% der Modulnote

Ist in der SGO MML als CS5260 (ohne SJ14) vermerkt.

**CS5275-KP04, CS5275 - Ausgewählte Methoden der Signalanalyse und -verbesserung (AMSAV)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes zweite Semester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2019 (Wahlpflicht), Medical Data Science / Künstliche Intelligenz, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2014 (Wahlpflicht), Medizinische Bildverarbeitung, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2010 (Wahl), Informatik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2012 (Wahlpflicht), Anwendungsfach Bioinformatik, 3. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2011 (Vertiefung), Bildgebende Systeme, Signal- und Bildverarbeitung, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2012 (Wahlpflicht), Vertiefungsblock Signal- und Bildverarbeitung, 2. oder 3. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2012 (Wahlpflicht), Anwendungsfach Robotik und Automation, 3. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2012 (Wahlpflicht), Vertiefungsblock Intelligente Eingebettete Systeme, 2. oder 3. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS5275-V: Ausgewählte Methoden der Signalanalyse und -verbesserung (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• CS5275-Ü: Ausgewählte Methoden der Signalanalyse und -verbesserung (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 55 Stunden Selbststudium</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundzüge der statistischen Signalanalyse</li> <li>• Korrelations- und Spektralschätzung</li> <li>• Lineare Schätzer</li> <li>• Lineare Optimalfilter</li> <li>• Adaptive Filter</li> <li>• Mehrkanalige Signalverarbeitung, Beamformer und Quellentrennung</li> <li>• Komprimierte Abtastung</li> <li>• Grundzüge der Multiraten-Signalverarbeitung</li> <li>• Nichtlineare Signalverarbeitungsalgorithmen</li> <li>• Anwendungsszenarien in der Hörtechnik, Messung, Verbesserung und Restauration ein- und höherdimensionaler Signale, Messen von Schallfeldern, Rauschunterdrückung, Entzerrung (listening-room compensation), Inpainting</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können die Grundlagen der stochastischen Signalbeschreibung und Optimalfilterung erläutern.</li> <li>• Sie können die lineare Schätztheorie beschreiben und anwenden.</li> <li>• Sie können die Grundlagen adaptiver Systeme beschreiben.</li> <li>• Sie können Verfahren zur mehrkanaligen Signalverarbeitung beschreiben und anwenden.</li> <li>• Sie können das Prinzip der komprimierten Abtastung beschreiben.</li> <li>• Sie können Multiraten-Signalverarbeitung analysieren und entwickeln.</li> <li>• Sie können verschiedene Anwendungen nichtlinearer, adaptiver Signalverarbeitungskonzepte darstellen.</li> <li>• Sie sind in der Lage, lineare Optimalfilter und nichtlineare Signalverbesserungstechniken eigenständig zu entwerfen bzw. anzuwenden.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr.-Ing. Markus Kallinger</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Signalverarbeitung</a></li> <li>• Prof. Dr.-Ing. Markus Kallinger</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• A. Mertins: Signaltheorie: Grundlagen der Signalbeschreibung, Filterbänke, Wavelets, Zeit-Frequenz-Analyse, Parameter- und</li> </ul>		



- Signalschätzung - Springer-Vieweg, 3. Auflage, 2013
- S. Haykin: Adaptive Filter Theory - Prentice Hall, 1995

---

**Sprache:**

- Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig

---

**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben (mind. 50%) während des Semesters

Modulprüfung(en):

- CS5275-L1: Ausgewählte Methoden der Signalanalyse und -verbesserung, schriftliche oder mündliche Prüfung, 100% der Modulnote

**ME3220-KP04, ME3220 - Therapeutische Laseranwendungen (TLA)**

<b>Dauer:</b> 1 Semester	<b>Angebotsturnus:</b> Jedes Wintersemester	<b>Leistungspunkte:</b> 4
-----------------------------	--	------------------------------

**Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:**

- Bachelor Biophysik 2024 (Wahlpflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, 5. Fachsemester
- Bachelor Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, ab 3. Fachsemester
- Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, Beliebige Fachsemester
- Bachelor Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, 5. Fachsemester

**Lehrveranstaltungen:**

- ME3220-V: Therapeutische Laseranwendungen (Vorlesung, 3 SWS)

**Arbeitsaufwand:**

- 55 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung
- 45 Stunden Präsenzstudium
- 20 Stunden Prüfungsvorbereitung

**Lehrinhalte:**

- Ziel des Kurses ist es, die Wirkung von Laserstrahlung auf Gewebe mit sehr verschiedenen Bestrahlungsstärken zu erfahren, d. h. theoretisch zu erlernen und an Beispielen experimentell im Labor an konkreten Aufbauten zu validieren. Die dazu notwendigen Laser, Laserparameter und verschiedenen Applikationstechniken werden für die entsprechenden Wirkungsklassen besprochen und angewendet, mit den im Folgenden aufgelisteten Lernzielen: - thermische Gewebewirkung: Lichtverteilung, Erwärmung, thermische Diffusion, Koagulation, kontraktive Kräfte durch Phasenübergang. Beispiele: Laserthermokeratoplastik (thermische Verformung der Hornhaut), Hautstraffung, Blutstillung - selektive Gewebewirkung: selektive Zelleffekte, thermo-mechanischer Übergang, Mikrovaporisation, Blasenbildung, Drucktransienten. Beispiele: Selektive Zelleffekte am retinalen Pigmentepithel des Auges ohne Beeinträchtigung der anliegenden Netzhaut, Selektive Lasertrabekuloplastik zur Glaukombehandlung, Entfernung von Tätovierungen und Feuermalen - vaporisierende Gewebewirkung: thermisch-vaporisierende Effekte, verschiedene thermische Randzonen (Karbonisation, Koagulation, subnekrotische Erwärmung). Beispiel: Schneiden von Gewebe - ablative Gewebewirkung: Photoablation, Kavitationsblasen, Druckeffekte, Ablationsprodukte. Beispiel: Laserlithotripsie (Zerkleinerung von Harnleitersteinen) - disruptive Gewebewirkung: laserinduziertes Plasma, Druckwellen, Kaviationsblasen. Beispiele: Aufspaltung der Nachstarmembran an der Linsenkapsel des Auges, refraktive Laserchirurgie

**Qualifikationsziele/Kompetenzen:**

- Die Studierenden lernen die Laserlichtverteilung in Gewebe als Funktion von Absorption und Streuung.
- Die Studierenden lernen die verschiedenen Wirkungsmechanismen von Laserlicht auf Gewebe als Funktion von Pulsdauer und Bestrahlungsstärke.
- Die Studierenden lernen die therapeutischen Möglichkeiten in den unterschiedlichen Wirkungsklassen.
- Die Studierenden lernen als Beispiel für thermische Wirkungsweisen die Photokoagulation der Netzhaut des Auges und die thermische Koagulation von Gewebe.
- Die Studierenden lernen als Beispiel für Vaporisationseffekte die selektive Retinatherapie und die Gewebedissektion.
- Die Studierenden lernen als Beispiel für photoablative Mechanismen die laserinduzierte Zertrümmerung von Hartkonkrementen (Harnleitersteine).
- Die Studierenden lernen als Beispiel für plasmavermittelte Effekte die refraktive Chirurgie und die Presbyopieprophylaxe.
- Die Studierenden lernen verschiedene Verfahren zur Echt-Zeit Messung der Laserwirkung auf Gewebe, u.a. Photoakustik, Spektroskopie, Lichtreflexion.
- Die Studierenden lernen darauf basierend die Echtzeit-Rückkopplung zum Behandlungslaser zur intelligenten, rückgekoppelten Lasertherapie (Theragnostics).
- Die Studierenden lernen die Anwendung aller Verfahren im wet-Lab im Labor an Modellen.
- Die Studierenden erlernen das Erstellen eines Versuchsprotokolls mit Methodenbeschreibung und Ergebnisdarstellung.

**Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:**

- Protokolle

**Modulverantwortlicher:**

- Prof. Dr. rer. nat. Robert Huber

**Lehrende:**

- Institut für Biomedizinische Optik
- Dr. rer. nat. Ralf Brinkmann

- Dr. rer. nat. Norbert Linz

**Literatur:**

- Brinkmann R, Knipper A, Dröge G, Schroer F, Gromoll B, Birngruber R.: Fundamental Studies of Fiber-Guided Soft Tissue Cutting by Means of Pulsed Midinfrared IR lasers and their Application in Ureterotomy - J Biomed Optics 1998; 3(1):85-95
- Theisen-Kunde D, Ott V, Brinkmann R, Keller R.: Potential of a new cw 2µm laser scalpel for laparoscopic surgery - Medical laser application 2007; 22:139-145
- Brinkmann R, Birngruber R.: Selektive Retina-Therapie (SRT) - Z Med Phys 2007; 17:6-22
- Brinkmann R, Koinzer S, Schlott K, Ptaszynski L, Bever M, Baade A, Luft S, Miura Y, Roeder J, Birngruber R.: Real-time temperature determination during retinal photocoagulation on patients - J Biomed Opt 2012; 17(6): 061219
- Lange B, Cordes J, Brinkmann R.: Stone/Tissue Differentiation for Holmium Laser Lithotripsy using Autofluorescence - Las Surg Med 2015; 47(9):737-744
- König, K.: Handbook of Biological Confocal Microscopy - Third Edition, edited by James B. Pawley, Springer Science+Business Media, LLC, New York, 2006

**Sprache:**

- Wird nur auf Deutsch angeboten

**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Keine

Modulprüfung(en):

- ME3220-L1: Therapeutische Laseranwendungen, Protokoll, 100% der Modulnote

**ME4030-KP04, ME4030 - Inverse Probleme bei der Bildgebung (InversProb)**

<b>Dauer:</b> 1 Semester	<b>Angebotsturnus:</b> Jedes Sommersemester	<b>Leistungspunkte:</b> 4
-----------------------------	--	------------------------------

**Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:**

- Master Hörakustik und Audiologische Technik 2022 (Wahlpflicht), Hörakustik und Audiologische Technik, 2. Fachsemester
- Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, Beliebige Fachsemester
- Master Medizinische Informatik 2019 (Wahlpflicht), Medizinische Bildverarbeitung, 1. oder 2. Fachsemester
- Master Hörakustik und Audiologische Technik 2017 (Wahlpflicht), Hörakustik und Audiologische Technik, 2. Fachsemester
- Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, 1. oder 2. Fachsemester
- Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2011 (Wahlpflicht), Mathematik, 1. oder 2. Fachsemester
- Master Informatik 2012 (Wahlpflicht), Vertiefungsblock Signal- und Bildverarbeitung, 2. oder 3. Fachsemester
- Master Informatik 2012 (Wahlpflicht), Anwendungsfach Robotik und Automation, 3. Fachsemester
- Master Informatik 2012 (Wahlpflicht), Anwendungsfach Medizinische Informatik, 3. Fachsemester
- Master Informatik 2012 (Wahlpflicht), Vertiefungsblock Bildgebende Systeme, 2. oder 3. Fachsemester
- Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2011 (Vertiefung), Bildgebende Systeme, Signal- und Bildverarbeitung, 1. oder 2. Fachsemester
- Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2010 (Wahl), Mathematik, 1. und 2. Fachsemester

**Lehrveranstaltungen:**

- ME4030-V: Inverse Probleme bei der Bildgebung (Vorlesung, 2 SWS)
- ME4030-Ü: Inverse Probleme bei der Bildgebung (Übung, 1 SWS)

**Arbeitsaufwand:**

- 55 Stunden Selbststudium
- 45 Stunden Präsenzstudium
- 20 Stunden Prüfungsvorbereitung

**Lehrinhalte:**

- Einführung in inverse und schlecht gestellte Probleme anhand von ausgewählten Beispielen (u.a. Seismologie, Impedanztomographie, Wärmeleitung, Computertomographie, Akustik)
- Begriff der Schlechtgestellttheit eines inversen Problems (Hadamard)
- Singulärwertzerlegung und generalisierte Inverse
- Regularisierungsmethoden (z.B. Tikhonov, Phillips, Ivanov)
- Entfaltung
- Bildrestauration (Deblurring, Defokussierung)
- Statistische Methoden (Bayes, Maximum Likelihood)
- Computertomographie, Magnetic Particle Imaging

**Qualifikationsziele/Kompetenzen:**

- Die Studierenden können den Begriff der Schlechtgestellttheit eines inversen Problems erläutern und gegebene inverse Probleme hinsichtlich Gut- oder Schlechtgestellttheit unterscheiden.
- Sie sind fähig, inverse Problemstellungen der Bildgebung mathematisch zu formulieren und mit geeigneten numerischen Methoden (approximativ) zu lösen.
- Sie können die Kondition einer Problemstellung und die Stabilität eines Verfahrens beurteilen.
- Sie beherrschen unterschiedliche Regularisierungsmethoden und sind in der Lage diese auf praktische Problemstellungen anzuwenden.
- Sie kennen Methoden zur Bestimmung eines geeigneten Regularisierungsparameters.
- Sie können Methoden der Bildrekonstruktion und -restauration auf reale Messdaten anwenden.

**Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:**

- Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten

**Modulverantwortlicher:**

- [Prof. Dr. rer. nat. Thorsten Buzug](#)

**Lehrende:**

- [Institut für Medizintechnik](#)
- [Prof. Dr. rer. nat. Thorsten Buzug](#)

**Literatur:**

- Kak and Slaney: Principles of Computerized Tomographic Imaging - SIAM Series 33, New York, 2001
- Natterer and Wübbeling: Mathematical Methods in Image Reconstruction - SIAM Monographs, New York 2001
- Bertero and Boccacci: Inverse Problems in Imaging - IoP Press, London, 2002
- Andreas Rieder: Keine Probleme mit inversen Problemen - Vieweg, Wiesbaden, 2003
- Buzug: Computed Tomography - Springer, Berlin, 2008

---

**Sprache:**

- Wird nur auf Deutsch angeboten

---

**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Keine

Modulprüfung(en):

- ME4030-L1: Inverse Probleme bei der Bildgebung, mündlich, 100% der Modulnote

Das Modul umfasst als einzige Prüfung eine Klausur oder mündliche Prüfung mit Dauer und Umfang gemäß PVO.

**ME4040-KP04, ME4040 - Quantenphysik der medizinischen Diagnostik und Therapie (QDT)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Wintersemester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2011 (Vertiefung), Bildgebende Systeme, Signal- und Bildverarbeitung, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2010 (Wahl), Mathematik, 2. oder 3. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ME4040-S: Quantenphysik der medizinischen Diagnostik und Therapie (Seminar, 2 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 60 Stunden Selbststudium</li> <li>• 35 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 25 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unschärferelation und Messtechnik</li> <li>• Elementarteilchen in der Medizintechnik</li> <li>• Schrödinger-Gleichung: Elektronen im Wellenbild</li> <li>• Quantenmechanische Grundlagen der Elektronen-, Atomic-Force- und Raster-Tunnel-Mikroskopie</li> <li>• Quantenmechanische Effekte in der Magnetresonanz-Tomographie und -Spektroskopie</li> <li>• Strahlentherapie: Wirkungsquerschnitte, Protonen- und Ionentherapie; Wechselwirkungen zwischen Strahlungsfeld und Materie</li> <li>• Quantenstatistik in der nuklearmedizinischen Diagnostik</li> <li>• Infrarot-Bildgebung und das Plancksche Strahlungsgesetz</li> <li>• Synchrotron-Strahlung in Diagnostik und Therapie</li> <li>• Halbleiter-Detektoren für die biomedizinische Bildgebung</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können die Rolle verschiedener quantenmechanischer Prozesse in der medizinischen Diagnostik und Therapie erläutern.</li> <li>• Sie können die Funktionsweise einer Reihe von diagnostischen und therapeutischen Verfahren erläutern, für deren Verständnis die Quantenmechanik wichtig ist.</li> <li>• Sie können die Vor- und Nachteile konkurrierender Verfahren in der Strahlentherapie nennen.</li> <li>• Sie können die mathematische Formulierung der Quantenmechanik nutzen, um grundlegende Effekte zu erklären.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mündliche Prüfung</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Magdalena Rafecas</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Institut für Medizintechnik</li> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Thorsten Buzug</li> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Martin Koch</li> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Magdalena Rafecas</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• wird individuell ausgewählt:</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Keine

Modulprüfung(en):

- ME4040-L1: Quantenphysik der medizinischen Diagnostik und Therapie, mündlich, 30min, 100% der Modulnote

**ME4141-KP04, ME4141 - Augenoptik des Menschen und ophthalmologische Instrumente (AMOI)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Max. Gruppengröße:</b>
1 Semester	Jedes Sommersemester	4	12
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelor Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, ab 3. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, 2. oder 4. Fachsemester</li> <li>• Bachelor Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, 4. oder 6. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2011 (Vertiefung), Biophysik und Biomedizinische Optik, 2. Fachsemester</li> </ul>			
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ME4141-V: Augenoptisches System des Menschen (Vorlesung, 1 SWS)</li> <li>• ME4141-Ü: Bau und Funktion von Laboraufbauten und optischen ophthalmologischen Instrumenten (Übung, 1,5 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 50 Stunden Selbststudium</li> <li>• 40 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 30 Stunden Vortrag (inkl. Vor- und Nachbereitung)</li> </ul>	
<b>Lehrinhalte:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Funktion der Augenbestandteile.</li> <li>• Grundlagen der geometrischen und wellenoptischen Vorgänge am menschlichen Auge</li> <li>• Demonstrationen und Laborübungen mit optischen Aufbauten und ophthalmologischen Instrumenten</li> <li>• Biologische und anatomische Lerninhalte werden so dargestellt, dass ein Verständnis für physikalische und ingenieurtechnische Diagnose- und Therapiemöglichkeiten entwickelt wird.</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studenten können biomedizinische und apparatetechnische Optikkonzepte miteinander verknüpfen.</li> <li>• Sie werden mit praktischen Fähigkeiten und Fertigkeiten bei der Bedienung, der Justage, der Pflege und der Wartung von optischen Systemen ausgestattet.</li> <li>• Sie haben die Kompetenz, den diagnostischen Wert von Bildern und anderen Daten, die mit ophthalmischen Instrumenten aufgenommen werden, zu beurteilen und Verbesserungsmöglichkeit der Instrumente zu erproben.</li> </ul>			
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regelmäßige Teilnahme an Vorlesung und Übung</li> </ul>			
<b>Modulverantwortlicher:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Robert Huber</a></li> </ul>			
<b>Lehrende:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Biomedizinische Optik</a></li> <li>• Dr. rer. nat. Norbert Linz</li> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Maik Rahlves</a></li> <li>• <a href="#">Dr. med. Yoko Miura</a></li> </ul>			
<b>Literatur:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• M. Kaschke, K.-H. Donnerhacke, M.S. Rill: Optical Devices in Ophthalmology and Optometry - Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim, 2014</li> </ul>			
<b>Sprache:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern</li> </ul>			
<b>Bemerkungen:</b>			



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Regelmäßige Teilnahme an Vorlesung und Übung

Modulprüfung(en):

- ME4141-L1: Augenoptik des Menschen und ophthalmologische Instrumente, Referat, 100% der Modulnote

Blockveranstaltung

1 Woche täglich ganztägig

**ME4170-KP04, ME4170 - Mechanismen laserinduzierter Gewebseffekte (MechLasGew)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Wintersemester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2011 (Vertiefung), Biophysik und Biomedizinische Optik, 1. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ME4170-V: Physikalische Mechanismen laserbasierter Gewebseffekte (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• ME4170-Ü: Physikalische Mechanismen laserbasierter Gewebseffekte (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 55 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung: Anwendungen der Laserchirurgie und historischer Überblick</li> <li>• Aufbau und Eigenschaften von Zellen und Gewebe von Relevanz für Laserchirurgie</li> <li>• Lineare thermomechanische Antwort auf gepulste Laserstrahlung</li> <li>• Thermodynamik und Kinetik von Phasenübergängen</li> <li>• Dynamik des primären und sekundären Materialauswurfs</li> <li>• Ablationsmodelle</li> <li>• UV und IR Ablation</li> <li>• Ablation in Flüssigkeitsumgebung</li> <li>• Modelle zur Plasmabildung in Wasser und biologischem Gewebe</li> <li>• Plasmabildung bei Energien oberhalb der Schwelle</li> <li>• Chemische, thermische und mechanische Plasmaeffekte</li> <li>• Kontrolle von Präzision, Effizienz und Nebenwirkungen bei verschiedenen laserchirurgischen Anwendung</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können die Grundlagen der Laserchirurgie via linearer und nichtlinearer Lichtabsorption erläutern.</li> <li>• Sie können sich in einen selbstgewählten Teilbereich dieser Thematik einarbeiten und diesen darstellen.</li> <li>• Sie können einen Teilbereich der Biomedizinischen Optik als Experte präsentieren.</li> <li>• Sie können komplexe Sachverhalte aufarbeiten und kompakt darstellen (mündlich und schriftlich).</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Robert Huber</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Biomedizinische Optik</a></li> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Alfred Vogel</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• P.N. Prasad: Introduction to Biophotonics - Wiley 2003</li> <li>• J. Popp, V. Tuchin, A. Chiou, S.H. Heinemann: Handbook of Biophotonics Vol 1 &amp; 2 - Wiley-VCH 2011</li> <li>• A.J. Welch, M. van Gemert: Optical-Thermal Response of Laser-Irradiated Tissue - Plenum 1995 (zweite Auflage 2011)</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Deutsch angeboten</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		
Kurs findet nicht mehr statt		

**ME4180-KP04, ME4180 - Bildgebende optische Diagnostik (BOD)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Sommersemester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2011 (Vertiefung), Biophysik und Biomedizinische Optik, 2. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ME4180-V: Bildgebende optische Diagnostik (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• ME4180-S: Seminar Bildgebende optische Diagnostik (Seminar, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 75 Stunden Bearbeitung eines individuellen Themas inkl. Vortrag und schriftl. Ausarbeitung</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick, historische Einführung</li> <li>• Physikalische Grundlagen der Optik</li> <li>• Inkohärente Abbildung</li> <li>• Kohärente Abbildung</li> <li>• Fourier Optik</li> <li>• Optische Streuung, Streutheorie</li> <li>• Optische Kohärenztomographie</li> <li>• Digitale Holographie</li> <li>• Konfokale Mikroskopie</li> <li>• Optische Tomographie</li> <li>• Nichtoptische, verwandte Verfahren (US, Röntgen, THz etc.)</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die physikalischen Grundlagen optischer Bildgebung und können diese vor Publikum selber darstellen.</li> <li>• Sie können komplexere optische Probleme mathematisch beschreiben und numerisch lösen.</li> <li>• Sie können Möglichkeiten, Vor- und Nachteile verschiedener Abbildungsverfahren beurteilen und sinnvolle Anwendungsbereiche benennen.</li> <li>• Sie können eine selbst gewählte Thematik erarbeiten und vor Publikum darstellen.</li> <li>• Sie können komplexe Sachverhalte kompakt und verständlich mündlich und schriftlich darstellen.</li> <li>• Sie erwerben Expertenwissen für ein kleines Teilgebiet.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskussionsbeteiligung</li> </ul>		
<b>Setzt voraus:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne Techniken der biomedizinischen Optik 1 (vor 2014) (UngenutztME4100)</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Gereon Hüttmann</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Biomedizinische Optik</a></li> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Gereon Hüttmann</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• V.V. Tuchin: Handbook of optical biomedical diagnostics - SPIE Press 2002</li> <li>• J. Goodman: Introduction to Fourier optics - Roberts &amp; Co. Publishers, USA</li> <li>• R. Liang: Optical Design for Biomedical Imaging - Spie Press Book</li> <li>• J.D. Schmidt: Numerical Simulation of Optical Wave Propagation With Examples in MATLAB - SPIE Press</li> <li>• M. Kaschke, K-H.Donnerhacke, M.S. Rill: Optical devices in ophthalmology and optometry technology, design principles and clinical</li> </ul>		

applications - Wiley-VCH, 2014

---

**Sprache:**

- Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern

---

**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine (die Kompetenzen der unter Setzt voraus genannten Module werden für dieses Modul benötigt, sind aber keine formale Voraussetzung)

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Keine

Modulprüfung(en):

- ME4180-L1: Bildgebende optische Diagnostik, Referat, 100% der Modulnote

**ME4185-KP04 - Computerunterstützte Optische Bildgebung (COI)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Wintersemester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, 1. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ME4185-V: Computerunterstützte Optische Bildgebung (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• ME4185-Ü: Computerunterstützte Optische Bildgebung (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 75 Stunden Selbststudium und Bearbeitung von Übungen in Gruppen</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick, historische Einführung</li> <li>• Physikalische Grundlagen der Optik</li> <li>• Fourieroptik, Kohärenz</li> <li>• Inkohärente Abbildung</li> <li>• Kohärente Abbildung</li> <li>• Statistische Optik</li> <li>• Digitale Holographie, OCT, Holoskopie</li> <li>• Konfokale Bildgebung, Entfaltung, Superauflösung</li> <li>• Lichtfeldphotographie</li> <li>• Bildgebung mit synthetische Aperturen</li> <li>• Bildgebung mit kodierte Aperturen</li> <li>• Dateneffiziente Abtastung, spärliche Abtastung</li> <li>• Ptychographie</li> <li>• Optische Tomographie (SLOT, ODT)</li> <li>• Bildgebung durch kohärente Wellenfrontkontrolle</li> <li>• Quantenbildgebung</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die Grundlagen der Optik und können diese vor Publikum selber darstellen.</li> <li>• Sie können komplexere optische Probleme mathematisch beschreiben und numerisch lösen.</li> <li>• Sie können Möglichkeiten, Vor- und Nachteile verschiedener Abbildungsverfahren beurteilen und sinnvolle Anwendungsbereiche benennen.</li> <li>• Sie kennen moderne Verfahren der computerunterstützten optischen Bildgebung ( Computational Optical Imaging ).</li> <li>• Sie können erarbeitete Lösungen von Problemen vor einem Fachpublikum darstellen und vertreten.</li> <li>• Sie können komplexe Sachverhalte kompakt und verständlich, mündlich und schriftlich darstellen.</li> <li>• Sie erarbeiten im Team numerische Verfahren zur computerunterstützten optischen Bildgebung</li> <li>• Sie erwerben Expertenwissen für ein Teilgebiet der computerunterstützten optischen Bildgebung.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übungs- bzw. Projektaufgaben</li> </ul>		
<b>Setzt voraus:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne Techniken der biomedizinischen Optik 1 (vor 2014) (UngenutztME4100)</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Gereon Hüttmann</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Biomedizinische Optik</a></li> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Gereon Hüttmann</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		

- J. W. Goodman: Introduction to Fourier optics - Roberts & Co. Publishers, USA
- B. E. A. Saleh, and M. C. Teich: Fundamentals of Photonics - John Wiley & Sons, USA
- M. Born, and E. Wolf: Principles of Optics - Cambridge University Press, UK
- W. Lauterborn, and T. Kurz: Coherent Optics - Springer, Germany
- J. W. Goodman: Speckle Phenomena in Optics - Roberts & Co. Publishers, USA
- Aktuelle Veröffentlichungen: (werden am Beginn der Vorlesung bekannt gegeben)

---

**Sprache:**

- Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern

---

**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine (die Kompetenzen der unter Setzt voraus genannten Module werden für dieses Modul benötigt, sind aber keine formale Voraussetzung)

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung der Übungs- bzw. Projektaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- ME4185-L1: Computerunterstützte Optische Bildgebung, mündlich, 30min, 100% der Modulnote

**ME4220-KP04, ME4220 - Mikroskopische Optische Verfahren (MOV)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Max. Gruppengröße:</b>
1 Semester	Jedes Wintersemester	4	12
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, 1. Fachsemester</li> </ul>			
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ME4220-V: Mikroskopische Optische Verfahren (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• ME4220-P: Mikroskopische Optische Verfahren (Praktikum, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 45 Stunden Schriftliche Ausarbeitung</li> <li>• 30 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 30 Stunden Selbststudium</li> <li>• 15 Stunden Gruppenarbeit</li> </ul>	
<b>Lehrinhalte:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• V: Geometrische Optik, Wellenoptik &amp; Fourieroptik der mikroskopischen Abbildung</li> <li>• P: Numerische Apertur und Auflösung, Köhlerbeleuchtung, Interferenz und Speckle, Michelson Interferometer</li> <li>• V: Phasenkontrast und Interferenzkontrast zur Visualisierung von Phasenobjekten, kohärente Filterung</li> <li>• P: Beugung &amp; Fouriertransformation an opt. Bank, kohärente Filterung, Phasenkontrast, DIC,</li> <li>• V: Photophysik organischer Farbstoffe, Fluoreszenzmikroskopie, nichtlineare Optik</li> <li>• P: Fluoreszenzspektroskopie, Filterätze, Farbstoffe, Ausbleichen</li> <li>• V: Konfokal- &amp; Mehrphotonen Laser Scanning Mikroskopie, Auflösung jenseits der Beugungsgrenze</li> <li>• P: Konfokal- und 2-Photonenmikroskop: Probevorbereitung und Messungen</li> <li>• V/P: Zellchirurgie mit fokussierten Laserpulsen und Nanopartikeln, lasergestützter Probentransport</li> <li>• V/P: Wellenfrontmessungen und adaptive Optik</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden besitzen das nötige Fachwissen für ein vertieftes Verständnis mikroskopischer optischer Verfahren und können dieses selbstständig anwenden und auf neue Anwendungen übertragen.</li> <li>• Sie besitzen die Fähigkeit, optische Komponenten und deren Funktion zu beurteilen und können passende Komponenten auswählen und im Rahmen eines Projektes zielbezogen kombinieren.</li> <li>• Die Studierenden können komplexe optische Aufbauten konzipieren und diese Konzepte auf der optischen Bank umsetzen.</li> <li>• Sie verfügen über die fachliche, Sozial- und Kommunikationskompetenz zur gemeinsamen Diskussion einer wissenschaftlichen Problemstellung und der Umsetzung daraus resultierender möglicher Lösungen innerhalb der Gruppe.</li> </ul>			
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schriftliche Ausarbeitung</li> </ul>			
<b>Modulverantwortlicher:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Robert Huber</a></li> </ul>			
<b>Lehrende:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Anatomie</a></li> <li>• <a href="#">Institut für Biomedizinische Optik</a></li> <li>• Dr. rer. nat. Norbert Linz</li> <li>• Prof. Dr. med. Peter König</li> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Gereon Hüttmann</li> </ul>			
<b>Literatur:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Douglas B. Murphy: Fundamentals of Light Microscopy and Electronic Imaging - Wiley-Liss, 2001</li> <li>• <a href="#">Christian Linkenheld: Pfad durch die Lichtmikroskopie</a></li> <li>• Barry R. Masters, Peter T.C. So (Hrsg): Handbook of Biomedical Nonlinear Optical Microscopy - Oxford University Press, 2008</li> <li>• Jerome Mertz: Introduction to Optical Microscopy - Roberts and Company, Colorado, 2011 (anspruchsvoll)</li> <li>• Joseph W. Goodman: Introduction to Fourier Optics - 3rd Ed.. Roberts and Company, Colorado, 2005 (anspruchsvoll)</li> </ul>			
<b>Sprache:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Deutsch angeboten</li> </ul>			



**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Keine

Modulprüfung(en):

- ME4220-L1: Mikroskopische Optische Verfahren, Protokoll, 100% der Modulnote

(Anteil Biomedizinische Optik an V ist 66,67%)

(Anteil Anatomie an V ist 33,33%)

(Anteil Biomedizinische Optik an P ist 66,67%)

(Anteil Anatomie an P ist 33,33%)

**ME4230-KP04 - Scannende Bildgebungs- und 3D-Druckverfahren (ScanBilde)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Wintersemester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, Beliebige Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ME4230-V: Scannende 3D Bildgebungs- und Druckverfahren (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• ME4230-Ü: Scannende 3D Bildgebungs- und Druckverfahren (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 45 Stunden Selbststudium</li> <li>• 30 Stunden Vortrag (inkl. Vor- und Nachbereitung)</li> <li>• 30 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 15 Stunden Gruppenarbeit</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bildentstehung und analog-digital Wandler</li> <li>• Digitale Bildaufnahme</li> <li>• Rauschquellen bei der Signal- und Bildaufnahme</li> <li>• Lichtquellen und Lichtquellenmodulation</li> <li>• Zeitliche Signalsequenzen</li> <li>• Pulsoxymetrie als Beispiel für Signalsequenzen</li> <li>• Aufbau und Ansteuerung von galvanometrischen Scannern</li> <li>• Erzeugung von Lichtverteilung mit scannenden Verfahren</li> <li>• Scannende mikroskopische 3D Verfahren (Beispiel: Konfokale Mikroskopie)</li> <li>• Scannende 3D Entfernungsmessung (Beispiel: LiDAR)</li> <li>• Additive 3D Druckverfahren mittels scannender Verfahren</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden lernen die unterschiedlichen Komponenten der scannenden 3D-Bildgebung praktisch kennen: Lichtmodulation der Laserquellen, Strahlablenkung mittels galvanometrischer Spiegel inkl. elektronischer Ansteuerung, Lichtdetektions- und Digitalisierungshardware und Begriffe wie Analog-zu-Digitalwandler (ADC), Signal-zu-Rausch-Verhältnis, Rauschquellen etc., sowie digitale Bilderstellung aus dem zeitlichen 1D Messsignal.</li> <li>• Die Studierenden erwerben theoretische und vor allem praktische Kenntnisse über aktuelle technische 3D-Scanverfahren und Anwendungen, wie LiDAR Messtechnik, 3D Mikroskopie und optischen 3D Druck als Fertigungsverfahren und können diese eigenständig in einfachen Demonstratoren implementieren.</li> <li>• Die Studierenden erwerben fachliche, Sozial- und Kommunikationskompetenz durch Diskussion von komplexen technischen Problemstellungen in der Gruppe.</li> <li>• Sie erlernen im Rahmen von Kurzvorträgen, komplexe Themen im Team zu erarbeiten und kompakt darzustellen.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wissenschaftlicher Vortrag</li> <li>• Regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme am Kurs</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Sebastian Karpf</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Institut für Biomedizinische Optik</li> <li>• Prof. Dr.-Ing. Maik Rahlves</li> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Sebastian Karpf</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• B. E. A. Saleh, M.C. Teich: Grundlagen der Photonik - John Wiley &amp; Sons, USA</li> <li>• L. Bergmann, C. Schäfer: Lehrbuch der Experimentalphysik - Bd.3, Optik, de Gruyter, Deutschland</li> <li>• J. Fraden: Handbook of Modern Sensors - Springer, Deutschland</li> <li>• Wissenschaftliche Artikel, die innerhalb des Kurses zur Verfügung gestellt werden.:</li> </ul>		



**Sprache:**

- Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern

**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Keine

Modulprüfung(en):

- ME4230-L1: Scannende 3D Bildgebungs- und Druckverfahren, Vortrag und anschließende Diskussion, 100% der Modulnote

ME4270-KP04 - Beugung, Auflösung und Superauflösung - Limitierungen der modernen Mikroskopie (BAS)		
<b>Dauer:</b> 1 Semester	<b>Angebotsturnus:</b> Jedes Sommersemester	<b>Leistungspunkte:</b> 4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, Beliebige Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ME4270-V: Beugung, Auflösung und Superauflösung (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• ME4270-Ü: Beugung, Auflösung und Superauflösung (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<b>Arbeitsaufwand:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 45 Stunden Selbststudium</li> <li>• 30 Stunden Vortrag (inkl. Vor- und Nachbereitung)</li> <li>• 30 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 15 Stunden Gruppenarbeit</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wellenoptische Eigenschaften von Licht</li> <li>• Gaußsche Strahlen und Beugungsphänomene</li> <li>• Wellenfrontmessung und Strahlcharakterisierung</li> <li>• Aberrationskompensation und adaptive Optik</li> <li>• Grundlagen Fourieroptik</li> <li>• Bestimmung des Auflösungslimits eines Mikroskops nach Abbe</li> <li>• Experimentelle Visualisierung der Gouy Phase</li> <li>• Axiale Auflösungsverbesserung bei konfokalen Mikroskopen</li> <li>• Grundlagen supraauflösende Mikroskopie</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übergeordnetes Ziel ist die praxisorientierte Vermittlung der wellenoptischen Lichtphänomene und deren Einfluss auf die mikroskopische Auflösung. Weiter werden supraauflösende Mikroskopiemethoden besprochen und experimentell verständlich gemacht:</li> <li>• Die Studierenden erforschen die wellenoptischen Eigenschaften des Lichts, von Gaußscher Strahlenoptik bis hin zur Beugung von Licht an Grenzflächen und bei optischen Abbildungen.</li> <li>• Die Studierenden lernen Wellenfrontaberrationen, deren Entstehung und Quantifizierung sowie adaptive Verfahren kennen, um diese zu kompensieren.</li> <li>• Fourieroptische Grundlagen und deren Bezug zur modernen Mikroskopie werden praxisnah vermittelt.</li> <li>• Es werden Grundlagen der modernen supraauflösenden Mikroskopie vermittelt. Im Labor werden die zu Grunde liegenden Ideen der Auflösungsverbesserung jenseits des Beugungslimits beispielhaft im Labor umgesetzt.</li> <li>• Die Studierenden erwerben Fach-, Sozial- und Kommunikationskompetenz durch Diskussion von komplexen technischen Problemstellungen in der Gruppe.</li> <li>• Sie erlernen im Rahmen von Kurzvorträgen, komplexe Themen im Team zu erarbeiten und kompakt darzustellen.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wissenschaftlicher Vortrag</li> <li>• Regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme am Kurs</li> <li>• Protokolle</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr.-Ing. Maik Rahlves</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Institut für Biomedizinische Optik</li> <li>• Prof. Dr.-Ing. Maik Rahlves</li> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Sebastian Karpf</li> </ul>		
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• B. E. A. Saleh, M.C. Teich: Grundlagen der Photonik - John Wiley &amp; Sons, USA</li> <li>• J.W. Goodman: Fourier Optics - Roberts &amp; Company Publisher, USA</li> <li>• L. Bergmann, C. Schäfer: Lehrbuch der Experimentalphysik - Bd.3, Optik, de Gruyter, Deutschland</li> </ul>		



**Sprache:**

- Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern

**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Keine

Modulprüfung(en):

- ME4270-L1: Beugung, Auflösung und Superauflösung, Vortrag und anschließende Diskussion, 100% der Modulnote

**ME4410-KP12, ME4410 - Bildgebende Systeme (BS)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
2 Semester	Jedes Wintersemester	12
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Pflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, 1. und 2. Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Vertiefungsmodul), fachspezifisch, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Vertiefungsmodul), fachspezifisch, 1. und 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Pflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, 1. und 2. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe ME4411 T: Computertomographie (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• Siehe ME4412 T: Magnetresonanztomographie (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• Siehe ME4413 T: Nuklearbildgebung (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• ME4410-S: Seminar Bildgebende Systeme (Seminar, 2 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 150 Stunden Selbststudium</li> <li>• 125 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 45 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> <li>• 30 Stunden Schriftliche Ausarbeitung</li> <li>• 10 Stunden Vortrag (inkl. Vor- und Nachbereitung)</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• siehe Beschreibung der Module</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• siehe Beschreibung der Module</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mündliche Prüfung</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Thorsten Buzug</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Medizintechnik</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Thorsten Buzug</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Martin Koch</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Magdalena Rafecas</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• siehe Literatur der Module</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		
<p>Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Keine</li> </ul>		
<p>Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erfolgreiche Teilnahme am Seminar</li> </ul>		
<p>Modulprüfung(en):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ME4410-L1: Bildgebende Systeme, mündlich, 30min, 100% der Modulnote</li> </ul>		
<p>Im Seminar wird die inhaltliche Kenntnis der Vorlesungen Computertomographie und Magnetresonanztomographie und der Besuch der Vorlesung Nuklearbildgebung im selben Semester vorausgesetzt.</p>		
<p>(Besteht aus ME4411 T, ME4412 T, ME4413 T)</p>		

**ME4411 T - Modulteil: Computertomographie (CT)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Wintersemester	3
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Modulteil eines Pflichtmoduls), MML/Nebenfach Bildverarbeitung, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Medizinische Ingenieurwissenschaft, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Modulteil eines Pflichtmoduls), MML/Nebenfach Bildverarbeitung, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Medizinische Ingenieurwissenschaft, 1. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ME4411-V: Computertomographie (Vorlesung, 2 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 40 Stunden Selbststudium</li> <li>• 35 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 15 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Signal processing (recapitulation of fundamental principles in signal processing)</li> <li>• Mathematical methods in image reconstruction and signal processing</li> <li>• X-Ray (fundamental principles, quantum statistics)</li> <li>• Computed Tomography (devices, current and past technology, signal processing, Fourier-based 2D and 3D image reconstruction, algebraic and statistical image reconstruction, image artifacts, technical and clinical applications, dose)</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende können einen Überblick der Signalverarbeitungskette für medizinische Bildgebung erstellen.</li> <li>• Sie können die mathematischen Hintergründe der Rekonstruktion von CT Bildern erläutern.</li> <li>• Sie können Grundlagen der physikalischen Zusammenhänge bezüglich Röntgenstrahlung erklären.</li> <li>• Sie können die verschiedenen Generationen von Computertomographen aufzählen und Unterschiede erläutern.</li> <li>• Sie können die Fourier-Transformation anwenden.</li> <li>• Sie können die mathematischen Grundlagen der zweidimensionalen Rekonstruktion von CT-Bildern wiedergeben und erläutern.</li> <li>• Sie können den algebraischen Lösungsansatz zum Lösen eines Rekonstruktionsproblems anwenden.</li> <li>• Sie können den statischen Lösungsansatz zum Lösen eines Rekonstruktionsproblems anwenden.</li> <li>• Sie können die Unterschiede zwischen zwei-dimensionaler Rekonstruktion und drei-dimensionaler Rekonstruktion hervorheben.</li> <li>• Sie können den Übergang von zwei-dimensionaler Rekonstruktion zu drei-dimensionaler Rekonstruktion skizzieren.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mündliche Prüfung</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe Hauptmodul</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Medizintechnik</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Thorsten Buzug</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• T. M. Buzug: Computed Tomography, From Photon Statistics to Modern Cone Beam CT - Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg, 2008</li> <li>• T. M. Buzug: Einführung in die Computertomographie, Mathematisch-physikalische Grundlagen der Bildrekonstruktion - Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg, 2004</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Keine

Modulprüfung(en):

- ME4411-L1: Computertomographie, mündlich, 100% der Modulnote

(Ist Modulteil von CS4512, ME4410-KP12, ME4415-KP06)

**ME4412 T - Modulteil: Magnetresonanztomographie (MRT)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Wintersemester	3
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Modulteil eines Pflichtmoduls), MML/Nebenfach Bildverarbeitung, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Medizinische Ingenieurwissenschaft, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebiges Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebiges Fachsemester</li> <li>• Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Modulteil eines Pflichtmoduls), MML/Nebenfach Bildverarbeitung, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebiges Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebiges Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebiges Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Medizinische Ingenieurwissenschaft, 1. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ME4412-V: Magnetresonanztomographie (Vorlesung, 2 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 40 Stunden Selbststudium</li> <li>• 30 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 15 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Physikalische Grundlagen der Magnetresonanztomographie: kernmagnetische Resonanz, Relaxationsprozesse, Prinzipien der Ortskodierung</li> <li>• Aufbau grundlegender Bildgebungssequenzen, Wichtung</li> <li>• Konzept des k-Raums</li> <li>• Kohärenzpfade</li> <li>• Hardwarekomponenten eines Kernspintomographen</li> <li>• Quellen für eine mögliche Gefährdung von Patienten</li> <li>• Einfluss der Messparameter auf das Signal-Rausch-Verhältnis</li> <li>• Ursachen von Bildartefakten</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können die physikalischen Prinzipien von Kernspinresonanz und MR-Bildgebung erläutern.</li> <li>• Sie können die Funktionsweise wichtiger Bildgebungssequenzen anhand eines Pulssequenzdiagramms erklären.</li> <li>• Sie können die Ursachen wichtiger Bildstörungen erkennen.</li> <li>• Sie können Vor- und Nachteile der MRT auflisten.</li> <li>• Sie können die Gefahrenquellen für Patienten nennen, deren Ursachen erläutern und Strategien zur Vermeidung nennen.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mündliche Prüfung</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe Hauptmodul</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Medizintechnik</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Martin Koch</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Liang, Z.-P., Lauterbur, P. C.: Principles of Magnetic Resonance Imaging: A Signal Processing Perspective - IEEE Press, New York 2000</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Keine

Modulprüfung(en):

- ME4412-L1: Magnetresonanztomographie, mündlich, 30 min, 100% der Modulnote

(Ist Modulteil von CS4512-KP12, ME4410-KP12, ME4415-KP06, ME4414-KP06)

**ME4413 T - Modulteil: Nuklearbildgebung (Nukl)**

<b>Dauer:</b> 1 Semester	<b>Angebotsturnus:</b> Jedes Sommersemester	<b>Leistungspunkte:</b> 3
-----------------------------	--	------------------------------

**Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:**

- Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Medizinische Ingenieurwissenschaft, 2. Fachsemester
- Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester
- Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester
- Master Medizinische Informatik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester
- Master Informatik 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester
- Master Medizinische Informatik 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester
- Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester
- Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Medizinische Ingenieurwissenschaft, 2. Fachsemester

**Lehrveranstaltungen:**

- ME4413-V: Nuklearbildgebung (Vorlesung, 2 SWS)

**Arbeitsaufwand:**

- 40 Stunden Selbststudium
- 35 Stunden Präsenzstudium
- 15 Stunden Prüfungsvorbereitung

**Lehrinhalte:**

- Physikalische, biologische und medizinische Grundlagen der Nuklearbildgebung
- Szintigraphie
- Positronen-Emissions-Tomographie (PET)
- Einzelphotonen-Emissionscomputertomographie (SPECT)
- Klinische und präklinische Anwendungsbeispiele

**Qualifikationsziele/Kompetenzen:**

- Die Studierenden können die physikalischen Grundprinzipien und Phänomene der Nuklearbildgebung erklären.
- Sie können relevante Phänomene und Prozeduren mathematisch beschreiben.
- Sie können die Grundlagen der Nuklearmedizin verstehen.
- Sie können die Anwendungsbereiche der nuklearbildgebenden Verfahren erläutern.
- Sie können die Vorteile sowie die Nachteile und Grenzen der nuklearbildgebenden Verfahren nennen und begründen.

**Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:**

- Mündliche Prüfung

**Modulverantwortlicher:**

- Siehe Hauptmodul

**Lehrende:**

- [Institut für Medizintechnik](#)
- [Prof. Dr. rer. nat. Magdalena Rafecas](#)

**Literatur:**

- S. R. Cherry, J. A. Sorenson, M. E. Phelps: Physics in Nuclear Medicine - Elsevier, 2012
- M. N. Wernick, J. N. Aarsvold: Emission Tomography: The Fundamentals of PET and SPECT - Elsevier, 2004
- D. L. Bailey, D. W. Townsend, P. E. Valk, M. N. Maisey (Editors): Positron Emission Tomography: Basic Sciences - Springer, 2005

**Sprache:**

- Wird nur auf Englisch angeboten

**Bemerkungen:**



Zulassungsvoraussetzungen zum Modul:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung:

- Prüfungsvorleistungen können zu Beginn des Semesters festgelegt werden. Sind Vorleistungen definiert, müssen diese vor der Erstprüfung erbracht und positiv bewertet worden sein.

(Ist Modulteil von CS4512, ME4410-KP12, ME4414-KP06)

(Ist gleich ME4413)

**ME4420-KP12, ME4420 - Biomedizinische Optik (BMO)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
2 Semester	Jedes Wintersemester	12
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Biophysik 2023 (Pflicht), Biophysik, 1. und 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Pflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, 1. und 2. Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Vertiefungsmodul), fachspezifisch, Beliebiges Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2019 (Pflicht), Biophysik, 1. und 2. Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Vertiefungsmodul), fachspezifisch, 1. und 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Pflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, 1. und 2. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe ME4421 T: Biomedizinische Optik 1 (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• Siehe ME4422 T: Biomedizinische Optik 2 (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• Siehe ME4423 T: Laserphysik (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• ME4420-S: Seminar Biomedizinische Optik (Seminar, 2 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 135 Stunden Selbststudium</li> <li>• 120 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 55 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> <li>• 30 Stunden Vortrag (inkl. Vor- und Nachbereitung)</li> <li>• 20 Stunden Schriftliche Ausarbeitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• siehe Beschreibung der Moduleile</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• siehe Beschreibung der Moduleile</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mündliche Prüfung</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Robert Huber</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Biomedizinische Optik</a></li> <li>• Dr. rer. nat. Norbert Linz</li> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Gereon Hüttmann</li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Robert Huber</a></li> <li>• Dr. rer. nat. Ralf Brinkmann</li> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Sebastian Karpf</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• siehe Literatur der Moduleile:</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Teilnahme am Seminar

Modulprüfung(en):

- ME4420-L1: Biomedizinische Optik, mündlich, 30min, 100% der Modulnote

(Besteht aus ME4421 T, ME4422 T, ME4423 T)

und dem Seminar Biomedizinische Optik

Prüfungsvoraussetzung ist die erfolgreiche Teilnahme an einem der drei Modulseminare (BMO1, BMO2, Laserphysik). Dies beinhaltet die Erfüllung der Anwesenheitspflicht und die Präsentation eines 20 minütigen, wissenschaftlich fundierten Vortrages mit anschließender Diskussion.

Format der Prüfung:

- Die Prüfung findet als 30 minütige mündliche Prüfung statt. Der Prüfungsstoff umfasst die Inhalte der Vorlesungen BMO1, BMO2 und Laserphysik.

**ME4421 T - Modulteil: Biomedizinische Optik 1 (BioMedOp1)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Wintersemester	3
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Medizinische Ingenieurwissenschaft, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebiges Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2019 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Biophysik, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebiges Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Medizinische Ingenieurwissenschaft, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2023 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Biophysik, 1. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ME4421-V: Biomedizinische Optik 1 (Vorlesung, 2 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 40 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung</li> <li>• 30 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gewebsoptik</li> <li>• Photophysik von Molekülen und fluoreszierende Marker</li> <li>• Photochemie, Photobiologie, und photodynamische Therapie</li> <li>• Spektroskopische Gewebecharakterisierung und diagnose</li> <li>• Raman Spektroskopie und Bildgebung</li> <li>• Kohärenz des Lichts und dessen Bedeutung für die biomedizinische Optik</li> <li>• Erzeugung, Steuerung und Detektion von Licht</li> <li>• Thermische Wirkung von Licht auf Biomoleküle und Gewebe, Ratenprozesse</li> <li>• Selektive Behandlung von okularen Strukturen mit Online-Dosimetrie</li> <li>• Mechanismen der Laserablation</li> <li>• Laserablation an Gewebeoberflächen und im Körper&amp; Chirurgie mit fokussiertem Ultraschall</li> <li>• Nichtlineare Wechselwirkung von Licht mit Materie</li> <li>• Plasmavermittelte Chirurgie am Beispiel refraktiver Hornhautchirurgie und Kataraktchirurgie</li> <li>• Optische Manipulation von Mikrostrukturen (Scissors, Tweezers, Catapulting)</li> <li>• Plasmonische Systeme und Nanooptik, optische Biosensoren</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können die grundlegenden Methoden diagnostischer und therapeutischer optischer Verfahren in der Biomedizin darstellen, illustrieren und vergleichen.</li> <li>• Sie können die Vor- und Nachteile der jeweiligen Methoden beurteilen und Konsequenzen für eine mögliche Anwendung skizzieren.</li> <li>• Sie können die möglichen Wechselwirkungen von Licht und Gewebe erklären und den dafür relevanten Verfahren zuordnen.</li> <li>• Die Studierenden sind methodisch in der Lage, komplexe optische Verfahren in ihrer Gesamtheit zu klassifizieren und in Unterpunkten zu analysieren.</li> <li>• Sie besitzen ein vertieftes Verständnis der wissenschaftlichen Grundlagen optischer Verfahren in der Biomedizin und können dieses selbstständig anwenden sowie auf verwandte Problemstellungen übertragen.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfungsform hängt vom übergeordneten Modul ab</li> </ul>		
<b>Voraussetzung für:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modulteil: Biomedizinische Optik 2 (ME4422 T)</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe Hauptmodul</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Biomedizinische Optik</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Robert Huber</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Gereon Hüttmann</a></li> </ul>		



- [Dr. rer. nat. Ralf Brinkmann](#)
- Dr. rer. nat. Norbert Linz

---

**Literatur:**

- P.N. Prasad: Introduction to Biophotonics - Wiley 2003
- J. Popp, V. Tuchin, A. Chiou, S.H. Heinemann: Handbook of Biophotonics Vol 1 & 2 - Wiley-VCH 2011
- A.J. Welch, M. van Gemert: Optical-Thermal Response of Laser-Irradiated Tissue - Plenum 1995 (zweite Auflage 2011)

---

**Sprache:**

- Wird nur auf Deutsch angeboten

---

**Bemerkungen:**

(Ist Modulteil von ME4420)

Zulassungsvoraussetzungen zum Modul:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung:

- Prüfungsvorleistungen können zu Beginn des Semesters festgelegt werden. Sind Vorleistungen definiert, müssen diese vor der Erstprüfung erbracht und positiv bewertet worden sein.

**ME4422 T - Modulteil: Biomedizinische Optik 2 (BioMedOp2)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Sommersemester	3
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Medizinische Ingenieurwissenschaft, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebiges Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2019 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Biophysik, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebiges Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Medizinische Ingenieurwissenschaft, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2023 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Biophysik, 2. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ME4422-V: Biomedizinische Optik 2 (Vorlesung, 2 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 40 Stunden Selbststudium</li> <li>• 30 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lichtmikroskopie: Strahlenoptik, Wellenoptik, Fourier-Optik</li> <li>• Mikroskop-Beleuchtung &amp; Kontrastierungsverfahren für Phasenobjekte</li> <li>• Phasenkontrast- und Differentialinterferenzkontrast</li> <li>• Marker- und Targeting-Techniken, GFP, Quantum Dots, FRET</li> <li>• Dekonvolution &amp; optische Schnittbildung durch strukturierte Beleuchtung, Konfokalmikroskopie, 2-Photonenmikroskopie</li> <li>• Nanoskopie jenseits des Abbe-Limits: Prinzipien und biologische Anwendungen</li> <li>• Optische Kohärenztomographie (OCT): Prinzipien, technische Umsetzung und klinische Anwendungen</li> <li>• Opto-akustische Tomografie und Mikroskopie</li> <li>• Elektronenmikroskopie, Prinzipien und biologische Anwendungen von TEM, REM, Kryo-EM</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden besitzen ein vertieftes Verständnis und Fachwissen über die modernen optischen Bildgebungsverfahren der Biomedizin und können dieses illustrieren und entsprechende Anwendungsbereiche qualitativ beurteilen.</li> <li>• Sie können die bei den jeweiligen Verfahren auftretende Wechselwirkung von Licht und Gewebe erklären, sie mathematisch beschreiben und ihre Auswirkungen vorhersagen.</li> <li>• Die Studierenden besitzen die Fach- und Methodenkompetenz, komplexe Sachverhalte in ihrer Gesamtheit zu klassifizieren und in Unterpunkten kompakt darzustellen und zu analysieren.</li> <li>• Die Studierenden können die erlernte Fachkompetenz auf andere Problemstellungen übertragen und neue Konzepte entwickeln.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfungsform hängt vom übergeordneten Modul ab</li> </ul>		
<b>Setzt voraus:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modulteil: Biomedizinische Optik 1 (ME4421 T)</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe Hauptmodul</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Biomedizinische Optik</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Robert Huber</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Gereon Hüttmann</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Sebastian Karpf</a></li> <li>• <a href="#">Dr. rer. nat. Norbert Linz</a></li> <li>• <a href="#">Dr. rer. nat. Ralf Brinkmann</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• D. B. Murphy: Fundamentals of Light Microscopy and Electronic Imaging - Wiley-Liss 2001</li> <li>• J. Mertz: Optical Microscopy - Roberts &amp; Co. Publ. 2010</li> </ul>		



- J.B. Pawley (ed): Handbook of Confocal Microscopy - Springer 2006
- W. Drexler, J.G. Fujimoto (eds.): Optical Coherence Tomography - Springer 2008
- L. Wang (ed): Photoacoustic Imaging and Spectroscopy - CRC Press 2009

---

**Sprache:**

- Wird nur auf Deutsch angeboten

---

**Bemerkungen:**

(Ist Modulteil von ME4420)

Zulassungsvoraussetzungen zum Modul:

- Keine (Die Kompetenzen der vorausgesetzten Module werden für dieses Modul benötigt, die Module stellen aber keine Zulassungsvoraussetzung dar.)

Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung:

- Vortrag und Diskussionsbeteiligung

**ME4423 T - Modulteil: Laserphysik und -technologie (LaPhyTec)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Wintersemester	3
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Medizinische Ingenieurwissenschaft, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebiges Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2019 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Biophysik, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebiges Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Medizinische Ingenieurwissenschaft, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2023 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Biophysik, 1. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ME4423-V: Laserphysik (Vorlesung, 2 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 45 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung</li> <li>• 30 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 15 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegendes zum Laser (Was ist ein Laser, Geschichte des Lasers, Laserparameter)</li> <li>• Grundeigenschaften von Licht, Lichtausbreitung (Gaußsche Bündel, Resonatoren, Stabilitätsbedingungen, wellenlängenselektive Elemente)</li> <li>• Licht und Materie (Strahlungswechselwirkungen, stimulierte und spontane Emission, Lichtverstärkung)</li> <li>• Laser (Grundzüge der Lasertheorie, Ratengleichungen, Laserschwelle, Laserdynamik)</li> <li>• Lasertypen (Gaslaser, Ionenlaser, Festkörperlaser, Faserlaser, Halbleiterlaser)</li> <li>• nichtlineare Optik (Frequenzverdopplung und Konversion)</li> <li>• Ultrakurze Lichtimpulse</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sie beurteilen welche Lasertypen für welche Anwendungen geeignet sind.</li> <li>• Sie können Konzepte für neue Laser-Anwendungen implementieren.</li> <li>• Sie können die wichtigsten Lasertypen auflisten.</li> <li>• Sie können die Grundbegriffe der Laserphysik erklären.</li> <li>• Sie können Laser formal analysieren.</li> <li>• Sie können das Potential von Laserstrahlung anhand der Parameter beurteilen.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfungsform hängt vom übergeordneten Modul ab</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe Hauptmodul</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Biomedizinische Optik</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Robert Huber</a></li> <li>• <a href="#">Dr. rer. nat. Ralf Brinkmann</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Sebastian Karpf</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dieter Meschede: Optics, Light and Lasers - Wiley-VCH 2007</li> <li>• Walter Koechner: Solid State Laser Engineering - Springer 1999</li> <li>• Saleh/Teich: Grundlagen der Photonik - Wiley-VCH 2008</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Deutsch angeboten</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		



(Ist Modulteil von ME4420)

Zulassungsvoraussetzungen zum Modul:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung:

- Prüfungsvorleistungen können zu Beginn des Semesters festgelegt werden. Sind Vorleistungen definiert, müssen diese vor der Erstprüfung erbracht und positiv bewertet worden sein.

**ME4452-KP04 - Magnetresonanztomographie 2 (MRT2)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Sommersemester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Informatik, 3. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, Beliebige Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ME4452-V: Magnetresonanztomographie 2 (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• ME4452-Ü: Magnetresonanztomographie 2 (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 55 Stunden Selbststudium</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertiefung der Grundlagen (Kohärenz, Dichtematrix, Relaxation, Ernst-Winkel, Extended Phase Graphs, RF spoiling, Partial Fourier)</li> <li>• Überblick über Bildgebungssequenzen</li> <li>• Bildartefakte und Techniken zu deren Reduzierung</li> <li>• Zugang zu exotischeren Größen</li> <li>• Physikalische Modellierung des MRT-Signals: Diffusion, Relaxometrie, Protonendichte und Magnetisierungstransfer</li> <li>• Biophysikalische Modellierung des MRT-Signals: Axon, Myelin und Eisen im Gehirn</li> <li>• Methoden zur Bestimmung physikalischer MRT-Parameter aus dem gemessenen Signal</li> <li>• Methoden zur Bestimmung von Gewebeeigenschaften aus dem MR-Signal</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können die Entstehung von Bildartefakten und Methoden zu deren Bekämpfung erläutern</li> <li>• Die Studierenden können den Aufbau wichtiger Bildgebungssequenzen erklären</li> <li>• Die Studierenden können die Konsequenzen kleiner Sequenzveränderungen vorhersagen</li> <li>• Die Studierenden können Methoden zur Messung von Größen jenseits der klinischen Routinebildgebung erläutern</li> <li>• Die Studierenden können folgende physikalische Modelle des MRT-Signals zusammenfassen: Diffusionsgewichtete MRT, Relaxometrie, Protonendichte, Magnetisierungstransfer</li> <li>• Die Studierenden können biophysikalische Modelle des MRT-Signals zur Bestimmung folgender Gewebeeigenschaften zusammenfassen: Axon-Volumenanteil und Axon-Radius, Myelin-Volumenanteil, Eisen-Dichte</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mündliche Prüfung</li> </ul>		
<b>Setzt voraus:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modulteil: Magnetresonanztomographie (ME4412 T)</li> <li>• Magnetresonanztomographie (ME4412-KP03)</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Siawoosh Natho-Mohammadi</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Neuroradiologie</a></li> <li>• <a href="#">Institut für Medizintechnik</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Martin Koch</a></li> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Siawoosh Natho-Mohammadi</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• M. A. Bernstein, K. F. King und X. J. Zhou: Handbook of MRI Pulse Sequences - Elsevier, Amsterdam 2004</li> <li>• Johansen-Berg H, Behrens TEJ: Diffusion MRI from quantitative measurement to in-vivo neuroanatomy - Amsterdam 2009; Boston: Academic Press.</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig</li> </ul>		

**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine (Die Kompetenzen der vorausgesetzten Module werden für dieses Modul benötigt, die Module stellen aber keine Zulassungsvoraussetzung dar.)

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Keine

Modulprüfung(en):

- ME4452-L1: Magnetresonanztomographie 2, mündliche Prüfung, 30min, 100% der Modulnote

**ME4530-KP04 - Optische und Photonische Systeme: Design, Modellierung, Herstellung (OptPhoSys)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Sommersemester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, Beliebige Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ME4530-V: Optische und Photonische Systeme (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• ME4530-Ü: Optische und Photonische Systeme (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 75 Stunden Selbststudium und Bearbeitung von Übungen in Gruppen</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick über optische Systeme in der Biomedizin</li> <li>• Strahlenoptik und Wellenoptik</li> <li>• Grundlagen Fourieroptik</li> <li>• Einführung in optisches Raytracing</li> <li>• Design von einfachen optischen Systemen wie Mikroskop/Teleskope, etc.</li> <li>• Optische Aberrationen und deren Kompensation</li> <li>• Bestimmung von Auflösung, Modulationstransferfunktion (MTF)</li> <li>• Toleranzanalyse</li> <li>• Strahlparameter und Auslegung von Strahlformungsoptiken</li> <li>• Berechnung Diffraktiver Optischer Elemente (DOEs)</li> <li>• Beugungseffizienzen und rigorose Beschreibung DOEs</li> <li>• Anwendungen und spezifisches Design von DOEs (Spektrometer, Mikrolinsen)</li> <li>• Herstellungsverfahren für optische Systeme und deren Charakterisierung</li> <li>• Lichtwellenleiter und photonische Komponenten</li> <li>• Simulation Lichtpropagation im Wellenleiter (Beam Propagationmethode, BPM)</li> <li>• Rigoroses Design photonischer Systeme mit FDTD</li> <li>• Biomedizinisches Anwendungsbeispiel: Oberflächenplasmonensensorik</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen grundlegende optische Komponenten.</li> <li>• Sie können einfache optische Systeme im Raytracer nachbilden und deren optische Fehler analysieren.</li> <li>• Sie kennen die Grundlagen der Optimierung optischer Systeme.</li> <li>• Sie kennen unterschiedliche Simulationsmethoden und -regime zur Auslegung verschiedener optischer Systeme und können diese systemspezifisch anwenden.</li> <li>• Sie kennen die Grundlagen diffraktiver Optiken und können grundlegende numerische Verfahren zu deren Berechnung selbst implementieren und kennen deren Anwendung in der Medizintechnik.</li> <li>• Sie kennen Herstellungsverfahren optischer Komponenten und können hieraus Grenzen und Anwendungsbereiche ableiten.</li> <li>• Sie kennen Grundlagen verschiedener Fasern und Wellenleiter, Anwendungsbeispiele und können einfache Fasersensoren optisch simulieren und auslegen.</li> <li>• Die Studierenden besitzen die Sozial- und Kommunikationskompetenz zur Diskussion innerhalb von Übungsgruppen und zur Lösung komplexer Aufgaben im Team.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Maik Rahlves</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Biomedizinische Optik</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Maik Rahlves</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		

- H. Gross (Hrsg.): Handbook of Optical Systems - John Wiley & Sons, USA
- G. Litfin (Hrsg): Technische Optik in der Praxis - Springer, Deutschland
- J. W. Goodman: Introduction to Fourier optics - Roberts & Co. Publishers, USA
- B. E. A. Saleh, and M. C. Teich: Fundamentals of Photonics - John Wiley & Sons, USA
- M. S. Wartak: Computational Photonics - Cambridge University Press, USA

---

**Sprache:**

- Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern

---

**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Keine

Modulprüfung(en):

- ME4530-L1: Optische und Photonische Systeme, Mündliche Prüfung, 20min, 100% der Modulnote

**ME5500-KP12, ME5500 - Projektpraktikum 1 (ProjPrak1)**

<b>Dauer:</b> 1 Semester	<b>Angebotsturnus:</b> Jedes Semester	<b>Leistungspunkte:</b> 12 (Typ B)
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Pflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, 3. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Pflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, 3. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2011 (Pflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, 3. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ME5500-BP: Blockpraktikum MIW 1 (Blockpraktikum, 12 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 320 Stunden Eigenständige Projektarbeit</li> <li>• 40 Stunden Schriftliche Ausarbeitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projektaufgabe in einem konkreten Anwendungsszenario</li> <li>• Dokumentation, Präsentation, Motivation in heterogenen Umgebungen</li> <li>• Die Projektaufgabe ist stets in heterogene und lebendige Umgebungen eingebettet mit erheblichen Ansprüchen an Kommunikation über Einbindung, Planung, Schnittstellen, Ressourcen, etc.</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden haben ein tiefgehendes Verständnis ausgewählter Aspekte der Medizinischen Ingenieurwissenschaft.</li> <li>• Sie sind in der Lage, ausgewählte Aspekte der Medizinischen Ingenieurwissenschaft zu realisieren.</li> <li>• Sie sind in der Lage Projektergebnisse zu dokumentieren und zu präsentieren.</li> <li>• Sie sind in der Lage, in einer Präsentation auf besondere Zuhörerschaften oder Zeitrestriktionen einzugehen (z.B. Elevator Pitch etc.).</li> <li>• Sie haben Projekterfahrung in konkreten Anwendungsszenarien.</li> <li>• Sie haben grundlegende Kompetenzen im Bereich des Projektmanagements.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dokumentation</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studiengangsleitung MIW</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alle Institute und Kliniken der Universität zu Lübeck</li> <li>• Wissenschaftliche Einrichtung im In- oder Ausland mit obligatorischer Betreuung durch eine/n Hochschullehrer/in der Universität</li> <li>• Medizintechnikunternehmen im In- oder Ausland mit obligatorischer Betreuung durch eine/n Hochschullehrer/in der Universität</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• wird individuell ausgewählt:</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Die Anmeldung der Praktika beim Prüfungsausschussvorsitzenden ist obligatorisch für eine spätere Anerkennung. Die entsprechenden Formulare finden Sie auf [www.miw.uni-luebeck.de](http://www.miw.uni-luebeck.de).

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme am Praktikum

Modulprüfung(en):

- ME5500-L1: Projektpraktikum 1 Medizinische Ingenieurwissenschaft, Blockpraktikum, 100% der Modulnote

Die Praktika können auch in Betrieben der Medizintechnik außerhalb der Universität absolviert werden. Es wird empfohlen, sich um einen Platz im Ausland zu bemühen.

Eines der beiden Blockpraktika kann in einem medizinischen Institut oder einer Klinik absolviert werden.

Beide Projektpraktika können zu einem großen Praktikum zusammengelegt werden.

(Anteil LE Informatik/Technik an BP ist 45%)

(Anteil Institut für Physik an BP ist 10%)

(Anteil Institut für Medizintechnik an BP ist 15%)

(Anteil Institut für Biomedizinische Optik an BP ist 15%)

(Anteil Institut für Medizinische Elektrotechnik an BP ist 15%)

**ME5510-KP12, ME5510 - Projektpraktikum 2 (ProjPrak2)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Wintersemester	12 (Typ B)
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Pflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, 3. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Pflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, 3. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2011 (Pflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, 3. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ME5510-BP: Blockpraktikum MIW 2 (Blockpraktikum, 12 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 320 Stunden Eigenständige Projektarbeit</li> <li>• 40 Stunden Schriftliche Ausarbeitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Projektaufgabe in einem konkreten Anwendungsszenario</li> <li>• Dokumentation, Präsentation, Motivation in heterogenen Umgebungen</li> <li>• Die Projektaufgabe ist stets in heterogene und lebendige Umgebungen eingebettet mit erheblichen Ansprüchen an Kommunikation über Einbindung, Planung, Schnittstellen, Ressourcen, etc.</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden haben ein tiefgehendes Verständnis ausgewählter Aspekte der Medizinischen Ingenieurwissenschaft.</li> <li>• Sie sind in der Lage, ausgewählte Aspekte der Medizinischen Ingenieurwissenschaft zu realisieren.</li> <li>• Sie sind in der Lage Projektergebnisse zu dokumentieren und zu präsentieren.</li> <li>• Sie sind in der Lage, in einer Präsentation auf besondere Zuhörerschaften oder Zeitrestriktionen einzugehen (z.B. Elevator Pitch etc.).</li> <li>• Sie haben Projekterfahrung in konkreten Anwendungsszenarien.</li> <li>• Sie haben grundlegende Kompetenzen im Bereich des Projektmanagements.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dokumentation</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studiengangsleitung MIW</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alle Institute und Kliniken der Universität zu Lübeck</li> <li>• Wissenschaftliche Einrichtung im In- oder Ausland mit obligatorischer Betreuung durch eine/n Hochschullehrer/in der Universität</li> <li>• Medizininformatikunternehmen im In- oder Ausland mit obligatorischer Betreuung durch eine/n Hochschullehrer/in der Universität</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• wird individuell ausgewählt:</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Die Anmeldung der Praktika beim Prüfungsausschussvorsitzenden ist obligatorisch für eine spätere Anerkennung. Die entsprechenden Formulare finden Sie auf [www.miw.uni-luebeck.de](http://www.miw.uni-luebeck.de).

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme am Praktikum

Modulprüfung(en):

- ME5510-L1: Projektpraktikum 2 Medizinische Ingenieurwissenschaft, Blockpraktikum, 100% der Modulnote

Die Praktika können auch in Betrieben der Medizintechnik außerhalb der Universität absolviert werden. Es wird empfohlen, sich um einen Platz im Ausland zu bemühen.

Eines der beiden Blockpraktika kann in einem medizinischen Institut oder einer Klinik absolviert werden.

Beide Projektpraktika können zu einem großen Praktikum zusammengelegt werden.

(Anteil LE Informatik/Technik an BP ist 45%)

(Anteil Institut für Physik an BP ist 10%)

(Anteil Institut für Medizintechnik an BP ist 15%)

(Anteil Institut für Biomedizinische Optik an BP ist 15%)

(Anteil Institut für Medizinische Elektrotechnik an BP ist 15%)

**ME5990-KP30, ME5990 - Masterarbeit Medizinische Ingenieurwissenschaft (MAMIW)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Semester	30
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Pflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, 4. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Pflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, 4. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2011 (Pflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, 4. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verfassen der Masterarbeit (betreutes Selbststudium, 1 SWS)</li> <li>• Kolloquium zur Masterarbeit (Vortrag (inkl. Vorbereitung), 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 870 Stunden Erarbeiten und Verfassen der Abschlussarbeit</li> <li>• 30 Stunden Präsentation mit Diskussion (inkl. Vorbereitung)</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbstständiges wissenschaftliches Bearbeiten einer komplexen Aufgabenstellung aus der Medizinischen Ingenieurwissenschaft und ihrer Anwendung</li> <li>• Wissenschaftlicher Vortrag über die Problemstellung und die erarbeitete Lösung</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können eine komplexe Aufgabestellung eines wissenschaftlichen Problems mit den Mitteln ihres Fachs lösen.</li> <li>• Sie haben die Kompetenz zur Planung, Organisation und Durchführung einer Projektarbeit.</li> <li>• Sie können komplexe Inhalte in schriftlicher und mündlicher Form präsentieren.</li> <li>• Sie haben sich zu einem grob umrissenen Thema Expertenwissen angeeignet.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schriftliche Ausarbeitung</li> <li>• Kolloquium</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studiengangsleitung MIW</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wissenschaftliche Einrichtung im In- oder Ausland mit obligatorischer Betreuung durch eine/n Hochschullehrer/in der Universität</li> <li>• Medizintechnikunternehmen im In- oder Ausland mit obligatorischer Betreuung durch eine/n Hochschullehrer/in der Universität</li> <li>• Alle Institute und Kliniken der Universität zu Lübeck</li> <li>• Alle prüfungsberechtigten Dozentinnen/Dozenten des Studienganges</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• wird individuell ausgewählt:</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abschlussarbeit auf Deutsch oder Englisch möglich</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		
<p>Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls: - siehe Studiengangsordnung (z.B. bestimmte Mindest-KP erreicht)</p> <p>Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en): - Keine</p> <p>Modulprüfung(en): - ME5990-L1: Masterarbeit Medizinische Ingenieurwissenschaft, Abschlussarbeit, 100% der Modulnote</p>		

**MZ4400-KP08, MZ4400 - Klinische Medizin (KM)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
2 Semester	Jedes Wintersemester beginnend	8
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Pflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, 1. und 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2019 (Pflicht), Medizinische Informatik, 1. und 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2014 (Pflicht), Medizinische Informatik, 1. und 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Pflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, 1. und 2. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• MZ4401-V: Klinische Medizin 1 (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• MZ4402-V: Klinische Medizin 2 (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• MZ4403-V: Klinische Medizin 3 (Vorlesung, 2 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 110 Stunden Selbststudium</li> <li>• 90 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 40 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der allgemeinen, viszeralen, Thorax- und Gefäßchirurgie, der Urologie, der Traumatologie, Orthopädie und der Kinderchirurgie</li> <li>• Grundlagen des chirurgischen Wundmanagements</li> <li>• Praktische Anwendungen der Medizintechnik in der Augen-, HNO-Heilkunde, Neurologie, Neurochirurgie</li> <li>• Grundlagen der Herzchirurgie, Kardiologie, Kreislaflabor, Pneumologie, Nephrologie</li> <li>• Einsatz medizintechnischer Geräte bei extrakorporaler Zirkulation (z.B. Dialyse/Hämofiltrationsverfahren, Herz-Lungen-Maschine, mechanische Kreislaufunterstützung und Beatmung)</li> <li>• Aufbau und Regulation des Herz-Kreislaufsystems inkl. Flüssigkeitshomöostase und Atmung</li> <li>• Anwendung von medizintechnischen Verfahren und deren Wechselwirkung zum Patienten</li> <li>• Implementierung medizintechnischer Verfahren in die klinischen Prozesse von Diagnostik und Therapie</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende kennen die wesentlichen chirurgischen Erkrankungen und deren Behandlungsprinzipien</li> <li>• Sie haben ein Verständnis von chirurgischen Komplikationen und deren Management</li> <li>• Sie kennen die wesentlichen kopfchirurgischen Erkrankungen und deren Behandlungsprinzipien</li> <li>• Sie kennen die wesentlichen Erkrankungen des Herz-Kreislauf-, des respiratorischen und nephrologischen Systems sowie deren Behandlungsprinzipien mit dem besonderen Schwerpunkt Organüberwachung und -ersatzverfahren</li> <li>• Sie kennen die Wechselwirkung zwischen medizintechnischen Verfahren und patientenorientierter Anwendung</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Thorsten Buzug</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Universitätsklinikum S-H</li> <li>• N.N.</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Müller: Chirurgie für Studium und Praxis 2006/07 - Medizinische Verlags- und Informationsdienste.Breisach</li> <li>• Helmut Rössler, Wolfgang Rüther, Jörn Steinhagen: Orthopädie und Unfallchirurgie - StudentConsult (Broschiert). Urban &amp; Fischer , 19. aktualis. u. erw. Auflage 2005 .ISBN-10: 343744445X</li> <li>• Mow, Huiskes: Basic orthopaedic biomechanics &amp; mechano-biology</li> <li>• Ertan Mayatepek: Lehrbuch Pädiatrie - Urban &amp; Fischer bei Elsevier, 2007</li> <li>• Hautmann/Huland: Urologie - Springerverlag</li> <li>• Jocham/Miller: Praxis der Urologie - Thiemeverlag</li> <li>• Brinckmann, Frobin, Leivseth: Orthopädische Biomechanik</li> <li>• Berghaus: Duale Reihe HNO</li> <li>• Theissing: Praktische HNO-Lehre - Thieme-Verlag</li> <li>• Howaldt/Schmelzeisen: Einführung in die Mund-, Kiefer-, Gesichtschirurgie - Verlag Urban und Fischer</li> </ul>		

- Schwenzer/Ehrenfeld: Zahn-Mund-Kiefer-Heilkunde - Thieme-Verlag, Stuttgart
- Moskopp/Wassmann: Neurochirurgie - Schattauer-Verlag
- Kampik: Laserjahrbuch der Augenheilkunde - Biermann-Verlag
- Lang: Augenheilkunde verstehen, lernen und anwenden - Thieme-Verlag

---

**Sprache:**

- Wird nur auf Deutsch angeboten

---

**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Keine

Modulprüfung(en):

- MZ4400-L1: Klinische Medizin 1, Klausur, 90min, 33,3% der Modulnote
- MZ4400-L2: Klinische Medizin 2, Klausur, 90min, 33,3% der Modulnote
- MZ4400-L3: Klinische Medizin 3, Klausur, 90min, 33,3% der Modulnote

Das Modul MZ4400 Klinische Medizin besteht aus den Vorlesungen Klinische Medizin 1, Klinische Medizin 2 (beide Wintersemester) und Klinische Medizin 3 (Sommersemester).

**LS4020 C-MIW - Modulteil: Einzelmolekülmethoden (EinzelStrT)**

<b>Dauer:</b> 1 Semester	<b>Angebotsturnus:</b> Jedes Wintersemester	<b>Leistungspunkte:</b> 4
-----------------------------	--	------------------------------

**Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:**

- Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Mathematik/Naturwissenschaften, Beliebige Fachsemester
- Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester
- Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester
- Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Mathematik/Naturwissenschaften, Beliebige Fachsemester

**Lehrveranstaltungen:**

- LS4022-V: Einzelmolekülmethoden (Vorlesung, 2 SWS)
- LS4022-S: Seminar Einzelmolekülmethoden (Seminar, 1 SWS)

**Arbeitsaufwand:**

- 55 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung
- 45 Stunden Präsenzstudium
- 20 Stunden Prüfungsvorbereitung

**Lehrinhalte:**

- Physikalische Grundlagen der Fluoreszenz
- Photophysik
- Methoden der Einzelmolekül-Fluoreszenzmikroskopie
- Proteinmarkierung und- immobilisation
- Fluoreszenz-Resonanz-Energie-Transfer (FRET)
- Enzymaktivität mit einzelnen Molekülen
- Proteinfaltung mit einzelnen Molekülen
- Physikalische Grundlage optischer Pinzetten
- Proteinfaltung mit optischen Pinzetten

**Qualifikationsziele/Kompetenzen:**

- Die Studierenden können die physikalischen Prinzipien von Fluoreszenz erläutern und anwenden.
- Sie können die Grundlagen der Photophysik und Photochemie erläutern und anwenden.
- Sie können geeignete Nachweismethoden für Einzelmoleküle auswählen.
- Sie können geeignete Proteinmarkierungsmethoden auswählen.
- Sie können die gewonnenen Daten analysieren und kritisch bewerten.
- Sie haben einen Überblick über die aktuelle Forschung auf dem Gebiet der Fluoreszenzspektroskopie einzelner Biomoleküle.
- Sie haben Einblick in die Strukturen der Forschungslandschaft.

**Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:**

- Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten

**Setzt voraus:**

- Einführung in die Biophysik (LS2200-KP04, LS2200)

**Modulverantwortlicher:**

- Siehe Hauptmodul

**Lehrende:**

- [Institut für Physik](#)
- [Prof. Dr. rer. nat. Christian Hübner](#)

**Literatur:**

- Lakowicz, Joseph R.: Principles of Fluorescence Spectroscopy - ISBN 978-0-387-46312-4
- Markus Sauer, Johan Hofkens, Jörg Enderlein: Handbook of Fluorescence Spectroscopy and Imaging: From Ensemble to Single Molecules - ISBN: 978-3-527-31669-4

**Sprache:**

- Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern



**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zum Modul:

- Keine (Die Kompetenzen der vorausgesetzten Module werden für dieses Modul benötigt, die Module stellen aber keine Zulassungsvoraussetzung dar.)

Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung:

- Prüfungsvorleistungen können zu Beginn des Semesters festgelegt werden. Sind Vorleistungen definiert, müssen diese vor der Erstprüfung erbracht und positiv bewertet worden sein.

(Ist ähnlich LS4020 C, LS4022-KP04)

(Ist Teilmodul von ME4250-KP12)

**LS4020 F-MIW - Modulteil: Proteinbiophysik (PBPT)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Sommersemester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Mathematik/Naturwissenschaften, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Mathematik/Naturwissenschaften, Beliebige Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• LS4135-V: Proteinbiophysik (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• LS4135-S: Proteinbiophysik (Seminar, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 55 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 45 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proteinstruktur</li> <li>• Energielandschaften</li> <li>• Thermodynamik der Proteinfaltung</li> <li>• Kinetik der Proteinfaltung</li> <li>• Thermodynamik enzymatischer Reaktionen</li> <li>• Kinetik enzymatischer Reaktionen</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können die physikalischen Prinzipien von Proteinfaltung, Proteindynamik und Proteininteraktion benennen und erläutern.</li> <li>• Die Studierenden können die Begriffe Globaler Zustand, Mikrozustand, Zustandssumme, globale Variablen und Energielandschaft korrekt anwenden.</li> <li>• Die Studierenden können die Begriffe Entropie und Enthalpie im Kontext von Proteinfaltung und Proteininteraktion richtig anwenden.</li> <li>• Die Studierenden können die Grundlegenden Prinzipien der Kinetik der Proteinfaltung benennen und erläutern.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten</li> </ul>		
<b>Setzt voraus:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Biophysik (LS2200-KP04, LS2200)</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe Hauptmodul</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Physik</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Christian Hübner</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hans Frauenfelder, Shirley Chan und Winnie Chan: Physics of Proteins: An Introduction to Molecular Biophysics (Biological and Medical Physics, Biomedical Engineering) - Springer, Berlin (Gebundene Ausgabe - 30. Dezember 2010)</li> <li>• Alan Fersht: Structure &amp; Mechanism in Protein Science: Guide to Enzyme Catalysis and Protein Folding - W H Freeman &amp; Co (Gebundene Ausgabe - 15. Februar 1999)</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Deutsch angeboten</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		



Zulassungsvoraussetzungen zum Modul:

- Keine (Die Kompetenzen der vorausgesetzten Module werden für dieses Modul benötigt, die Module stellen aber keine Zulassungsvoraussetzung dar.)

Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung:

- Prüfungsvorleistungen können zu Beginn des Semesters festgelegt werden. Sind Vorleistungen definiert, müssen diese vor der Erstprüfung erbracht und positiv bewertet worden sein.

Identisch zu LS4020 F plus Seminar

(Ist ähnlich LS4020 F, LS4023-KP04)

(Ist Modulteil von ME4250-KP12)

**LS4130 A - Modulteil: Membranbiophysik (Biophy2Mem)**

<b>Dauer:</b> 1 Semester	<b>Angebotsturnus:</b> Jedes Sommersemester	<b>Leistungspunkte:</b> 4
-----------------------------	--	------------------------------

**Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:**

- Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Mathematik/Naturwissenschaften, Beliebige Fachsemester
- Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester
- Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Mathematik/Naturwissenschaften, Beliebige Fachsemester
- Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Mathematik/Naturwissenschaften, Beliebige Fachsemester
- Master Molecular Life Science 2009 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Strukturbioogie, 2. Fachsemester

**Lehrveranstaltungen:**

- LS4131-V: Grundlagen der Membranbiophysik (Vorlesung, 2 SWS)
- LS4131-Ü: Grundlagen der Membranbiophysik (Übung, 1 SWS)

**Arbeitsaufwand:**

- 75 Stunden Selbststudium
- 45 Stunden Präsenzstudium

**Lehrinhalte:**

- Vorlesung und Übung: Bedeutung und Funktion biologischer Membranen: Struktur, physikalische Funktion, dynamische Modelle
- Grundlagen der Membrankomponenten
- Thermodynamische Selbstaggregation und Rekonstitutionsmodelle
- Mechanische Eigenschaften von Membranen
- Transmembrane- und Intrinsische-Membranpotentiale
- Physikalische Prinzipien der Membrantransportmechanismen
- Untersuchungen an Lipidmonoschichten
- Elektrische und optische Messungen an planaren Lipiddoppelschichten
- Beispiele für Interaktionen zwischen Peptiden/Proteinen und planaren Membranen
- Spektroskopische Untersuchungen an Membranen und Membranproteinen
- Licht- und Kraftmikroskopie an Membranen
- Übung: Übungen zu den Themen der Vorlesung

**Qualifikationsziele/Kompetenzen:**

- Die Studierenden können die Bestandteile und den Aufbau von biologischen Membranen erläutern.
- Sie können die Rolle und Funktion von Membranlipiden und -proteinen erläutern.
- Sie können die mechanischen und elektrischen Eigenschaften von Membranen erläutern.
- Sie können die Rekonstitution von künstlichen Lipidmembranen erklären.
- Sie können die Methoden zur Untersuchung von künstlichen und natürlichen Membranen erläutern.
- Sie können die Anwendung biophysikalischer Methoden auf biomedizinische Fragestellung, wie z.B. die Charakterisierung membranaktiver Toxine, erläutern.

**Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:**

- Klausur

**Modulverantwortlicher:**

- Siehe Hauptmodul

**Lehrende:**

- [Forschungszentrum Borstel, Leibniz Lungenzentrum](#)
- Prof. Dr. rer. nat. Thomas Gutschmann
- Prof. Dr. rer. nat. Andra Schromm
- Dr. Christian Nehls

**Literatur:**

- G. Adam, P. Läger, G. Stark: Physikalische Chemie und Biophysik - Springer-Verlag, 4. Auflage 2003
- W. Hanke, R. Hanke: Methoden der Membranphysiologie - Spektrum Akademischer Verlag, Auflage 1997
- Ole G. Mouritsen: Life - As a Matter of Fat - Springer 2005, ISBN 987-3-540-23248-3
- Thomas Heimburg: Thermal Biophysics of Membranes - Wiley-VCH 2007, ISBN 978-3-527-40471-1
- Lukas K. Buehler: Cell Membranes - Garland Science 2016, ISBN 978-0-8153-4196-3



**Sprache:**

- Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern

---

**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zum Modul:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung:

- Keine

(Ist Modulteil von ME4250-KP12)

Veranstaltungen auch genutzt in BP4510-KP12.

**LS5710-KP04, LS5710 - Moleküldynamik (MD)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Sommersemester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Mathematik/Naturwissenschaften, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Mathematik/Naturwissenschaften, 2. oder 4. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2011 (Vertiefung), Biophysik und Biomedizinische Optik, 2. oder 4. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• LS5710-V: Moleküldynamik (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• LS5710-Ü: Moleküldynamik (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 45 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung</li> <li>• 35 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Energiehyperfläche: Koordinatendarstellung, Grundzustand, Übergangszustände (Sattelpunkte), Molekülschwingungen, Minimierungsverfahren, Moleküldynamik</li> <li>• Grundbegriffe der Quantenmechanik: Wellenfunktionen und Operatoren, Schrödinger-Gleichung, Harmonischer Oszillator, Wasserstoffatom, Wasserstoffmolekül</li> <li>• Kraftfelder: Streckung, Biegung, Torsion, van der Waals-Kräfte, Typen von Kraftfeldern</li> <li>• Verfahren zur Berechnung der Elektronischen Struktur: Born-Oppenheimer-Näherung, Separation der Vielteilchen-Wellenfunktion in Einteilchenfunktionen (Orbitale), Basissätze, Hartree-Fock-Verfahren, Dichtefunktionaltheorie</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können die Grundlagen von Kraftfeldmodellen und quantenchemischen Verfahren nennen und erläutern.</li> <li>• Sie können die Grundlagen der theoretischen Moleküldynamik an ausgewählten Beispiele anwenden.</li> <li>• Sie können physikalische Modelle im Bereich der Moleküldynamik erstellen.</li> <li>• Sie können die Ergebnisse von Moleküldynamikrechnungen im biophysikalischen Kontext kritisch bewerten.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten</li> </ul>		
<b>Setzt voraus:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modulteil ME4600 C: Biophysik 1 (ME4600 C)</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Christian Hübner</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Physik</a></li> <li>• <a href="#">PD Dr. rer. nat. Hauke Paulsen</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Christian Hübner</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Andrew R Leach: Molecular Modelling: Principles and Applications - Prentice Hall, 2nd edition 2001</a></li> <li>• <a href="#">Hauke Paulsen: Molekulardynamik, Springer, 2025</a></li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine (die Kompetenzen der unter Setzt voraus genannten Module werden für dieses Modul benötigt, sind aber keine formale Voraussetzung)

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Prüfungsvorleistungen können zu Beginn des Semesters festgelegt werden. Sind Vorleistungen definiert, müssen diese vor der Erstprüfung erbracht und positiv bewertet worden sein.

Modulprüfung(en):

- LS5710-L1: Moleküldynamik, Klausur, 90min, 100% der Modulnote

Veranstaltungen auch genutzt in BP4110-KP08

**MA3445-KP04, MA3445 - Graphentheorie (Graphen)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Alle zwei Jahre	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Mathematik/Naturwissenschaften, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Bachelor Robotik und Autonome Systeme 2020 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester</li> <li>• Bachelor Medizinische Informatik 2019 (Wahlpflicht), Mathematik, 4. bis 6. Fachsemester</li> <li>• Bachelor IT-Sicherheit 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Bachelor Robotik und Autonome Systeme 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester</li> <li>• Bachelor Medizinische Informatik 2014 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Mathematik/Naturwissenschaften, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Bachelor Informatik 2014 (Wahlpflicht), Informatik Kernbereich, 5. oder 6. Fachsemester</li> <li>• Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2010 (Wahl), Mathematik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2011 (Wahlpflicht), Mathematik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2010 (Wahl), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester</li> <li>• Bachelor Informatik 2012 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• MA3445-V: Graphentheorie (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• MA3445-Ü: Graphentheorie (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 55 Stunden Selbststudium</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hamiltonsche Graphen und Valenzsequenzen</li> <li>• Der Mengersche Satz - neue Beweise</li> <li>• Paarungen und Zerlegungen von Graphen, Baumweite</li> <li>• Die Sätze von Turan und Ramsey</li> <li>• Knoten- und Kantenfärbungen von Graphen</li> <li>• Der Vierfarbensatz</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fähigkeit, diskrete Probleme mit Methoden der Graphentheorie zu modellieren</li> <li>• Kenntnis von Beweistechniken und Denkweisen der diskreten Mathematik</li> <li>• Kenntnis fundamentaler Resultate sowie ausgewählter aktueller Forschungsergebnisse</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mündliche Prüfung</li> </ul>		
<b>Setzt voraus:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lineare Algebra und Diskrete Strukturen 2 (MA1500-KP08, MA1500)</li> <li>• Lineare Algebra und Diskrete Strukturen 1 (MA1000-KP08, MA1000)</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">PD Dr. rer. nat. Christian Bey</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Mathematik</a></li> <li>• <a href="#">PD Dr. rer. nat. Christian Bey</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• F. Harary: Graph Theory - Reading, MA.:Addison-Wesley 1969</li> <li>• R. Diestel: Graphentheorie - Berlin: Springer 2000</li> <li>• D. Jungnickel: Graphen, Netzwerke und Algorithmen - Mannheim: BI-Wissenschaftsverlag1994</li> <li>• J. Bang-Jensen, G. Gutin: Digraphs: Theory, Algorithms and Applications - London: Springer 2001</li> <li>• B. Bollobas: Modern Graph Theory - Berlin: Springer 1998</li> </ul>		



**Sprache:**

- Wird nur auf Deutsch angeboten

**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine (die Kompetenzen der unter 'Setzt voraus' genannten Module werden für dieses Modul benötigt, sind aber keine formale Voraussetzung)

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- MA3445-L1: Graphentheorie, mündliche Prüfung, 30 min, 100 % der Modulnote

**MA4030 T - Modulteil: Optimierung (OptiT)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Sommersemester	8
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Biophysik 2023 (Modulteil eines Wahlmoduls), Vertiefung, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Mathematik/Naturwissenschaften, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Vertiefung, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Mathematik/Naturwissenschaften, 2. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• MA4030-V: Optimierung (Vorlesung, 4 SWS)</li> <li>• MA4030-Ü: Optimierung (Übung, 2 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 130 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung</li> <li>• 90 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lineare Optimierung (Simplexverfahren)</li> <li>• Nichtlineare Optimierung ohne Nebenbedingungen (Gradientenverfahren, CG, Newtonverfahren, Quasi-Newton, Globalisierung)</li> <li>• Nichtlineare Optimierung mit Gleichungs- und Ungleichungsnebenbedingungen (Lagrange-Multiplikatoren, Active Set-Verfahren)</li> <li>• Stochastische Verfahren im maschinellen Lernen</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende können reale Probleme als numerische Optimierungsprobleme modellieren.</li> <li>• Studierende verstehen zentrale Optimierungsstrategien.</li> <li>• Studierende können zentrale Optimierungsstrategien erklären.</li> <li>• Studierende können zentrale Optimierungsstrategien vergleichen und bewerten.</li> <li>• Studierende können zentrale Optimierungsstrategien numerisch umsetzen.</li> <li>• Studierende können numerische Ergebnisse bewerten.</li> <li>• Studierende können angemessene Optimierungsstrategien für praktische Aufgabenstellungen auswählen.</li> <li>• Fachübergreifende Aspekte:</li> <li>• Studierende können theoretische Konzepte in die Praxis umsetzen.</li> <li>• Studierende besitzen Implementierungserfahrung.</li> <li>• Studierende können praktische Probleme abstrahieren.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfungsform hängt vom übergeordneten Modul ab</li> </ul>		
<b>Voraussetzung für:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nichtglatte Optimierung und Analysis (MA5035-KP05)</li> </ul>		
<b>Setzt voraus:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lineare Algebra und Diskrete Strukturen 2 (MA1500-KP08, MA1500)</li> <li>• Analysis 2 (MA2500-KP04, MA2500)</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe Hauptmodul</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Mathematische Methoden der Bildverarbeitung</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Jan Modersitzki</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Jan Lellmann</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• J. Nocedal, S. Wright: Numerical Optimization - Springer</li> <li>• F. Jarre: Optimierung - Springer</li> <li>• C. Geiger: Theorie und Numerik restringierter Optimierungsaufgaben - Springer</li> </ul>		



**Sprache:**

- Wird nur auf Deutsch angeboten

**Bemerkungen:**

(Ist Teilmodul von MA4310)

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine (die Kompetenzen der unter Voraussetzungen genannten Module werden für dieses Modul benötigt, sind aber keine formale Voraussetzung)

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben inkl. Testat gemäß Vorgabe am Semesteranfang

**MA4030-KP08, MA4030 - Optimierung (Opti)**

<b>Dauer:</b> 1 Semester	<b>Angebotsturnus:</b> Jedes Sommersemester	<b>Leistungspunkte:</b> 8
-----------------------------	--	------------------------------

**Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:**

- Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Wahlpflicht), Zusätzlich anerkanntes Wahlpflichtmodul, Beliebige Fachsemester
- Bachelor Zweifach Mathematik Vermitteln 2023 (Pflicht), Mathematik, 8. Fachsemester
- Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Pflicht), Mathematik, 4. Fachsemester
- Master Hörakustik und Audiologische Technik 2022 (Wahlpflicht), Mathematik, 2. Fachsemester
- Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Mathematik/Naturwissenschaften, Beliebige Fachsemester
- Bachelor Informatik 2019 (Wahlpflicht), Freier Wahlpflichtbereich, Beliebige Fachsemester
- Bachelor Zweifach Mathematik Vermitteln 2017 (Pflicht), Mathematik, 8. Fachsemester
- Master Hörakustik und Audiologische Technik 2017 (Wahlpflicht), Mathematik, 1. oder 2. Fachsemester
- Bachelor Informatik 2016 (Wahlpflicht), Vertiefung, Beliebige Fachsemester
- Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Pflicht), Mathematik, 4. Fachsemester
- Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Mathematik/Naturwissenschaften, Beliebige Fachsemester
- Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2011 (Wahlpflicht), Mathematik, 2. Fachsemester
- Master Informatik 2012 (Wahlpflicht), Vertiefungsblock Numerische Bildverarbeitung, 2. oder 3. Fachsemester
- Bachelor Medizinische Ingenieurwissenschaft 2011 (Wahlpflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, 6. Fachsemester
- Master Informatik 2012 (Wahlpflicht), Vertiefungsblock Analysis, 2. oder 3. Fachsemester
- Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2010 (Pflicht), Mathematik, 4. Fachsemester

**Lehrveranstaltungen:**

- MA4030-V: Optimierung (Vorlesung, 4 SWS)
- MA4030-Ü: Optimierung (Übung, 2 SWS)

**Arbeitsaufwand:**

- 130 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung
- 90 Stunden Präsenzstudium
- 20 Stunden Prüfungsvorbereitung

**Lehrinhalte:**

- Lineare Optimierung (Simplexverfahren)
- Nichtlineare Optimierung ohne Nebenbedingungen (Gradientenverfahren, CG, Newtonverfahren, Quasi-Newton, Globalisierung)
- Nichtlineare Optimierung mit Gleichungs- und Ungleichungsnebenbedingungen (Lagrange-Multiplikatoren, Active Set-Verfahren)
- Stochastische Verfahren im maschinellen Lernen

**Qualifikationsziele/Kompetenzen:**

- Studierende können reale Probleme als numerische Optimierungsprobleme modellieren.
- Studierende verstehen zentrale Optimierungsstrategien.
- Studierende können zentrale Optimierungsstrategien erklären.
- Studierende können zentrale Optimierungsstrategien vergleichen und bewerten.
- Studierende können zentrale Optimierungsstrategien numerisch umsetzen.
- Studierende können numerische Ergebnisse bewerten.
- Studierende können angemessene Optimierungsstrategien für praktische Aufgabenstellungen auswählen.
- Fachübergreifende Aspekte:
- Studierende können theoretische Konzepte in die Praxis umsetzen.
- Studierende besitzen Implementierungserfahrung.
- Studierende können praktische Probleme abstrahieren.

**Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:**

- Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten

**Voraussetzung für:**

- Nichtglatte Optimierung und Analysis (MA5035-KP05)

**Setzt voraus:**

- Lineare Algebra und Diskrete Strukturen 2 (MA1500-KP08, MA1500)
- Analysis 2 (MA2500-KP09)
- Analysis 2 (MA2500-KP04, MA2500)

**Modulverantwortlicher:**

- Prof. Dr. rer. nat. Jan Modersitzki

**Lehrende:**

- Institut für Mathematische Methoden der Bildverarbeitung
- Prof. Dr. rer. nat. Jan Modersitzki
- Prof. Dr. rer. nat. Jan Lellmann

**Literatur:**

- J. Nocedal, S. Wright: Numerical Optimization - Springer
- F. Jarre: Optimierung - Springer
- C. Geiger: Theorie und Numerik restringierter Optimierungsaufgaben - Springer

**Sprache:**

- Wird nur auf Deutsch angeboten

**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine (die Kompetenzen der unter Voraussetzungen genannten Module werden für dieses Modul benötigt, sind aber keine formale Voraussetzung)

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben inkl. Testat gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- MA4030-L1: Optimierung, Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min) nach Maßgabe des Dozenten, 100 % der Modulnote

MA4300-KP12, MA4300 - Modellierung und Analyse zeitabhängiger biologischer Prozesse und Daten (MAPD)		
<b>Dauer:</b> 2 Semester	<b>Angebotsturnus:</b> Jedes Wintersemester beginnend	<b>Leistungspunkte:</b> 12
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Vertiefungsmodul), Mathematik/Naturwissenschaften, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2019 (Vertiefungsmodul), Vertiefung, 1. und 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Vertiefungsmodul), Mathematik/Naturwissenschaften, 1. und 2. Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2023 (Vertiefungsmodul), Vertiefung, 1. oder 2. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe MA4330 T: Biosignalanalyse (Veranstaltung, 3 SWS)</li> <li>• Siehe MA4450 T: Modellierung Biologischer Systeme (Veranstaltung, 4 SWS)</li> </ul>		<b>Arbeitsaufwand:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 225 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung</li> <li>• 105 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 30 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• siehe Beschreibung der Modulteile</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• siehe Beschreibung der Modulteile</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mündliche Prüfung</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Nachfolge von Prof. Dr. rer. nat. Karsten Keller</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Mathematik</a></li> <li>• <a href="#">Nachfolge von Prof. Dr. rer. nat. Karsten Keller</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Jürgen Prestin</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• siehe Literatur der Modulteile:</li> </ul>		
<b>Sprache:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Deutsch angeboten</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b> <p>(Besteht aus MA4330 T, MA4450 T)</p> <p>Zulassungsvoraussetzungen zum Modul: - Keine</p> <p>Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung: - Das Modul umfasst als einzige Prüfung eine mündliche Prüfung mit Dauer und Umfang gemäß PVO. Übungsaufgaben sind Prüfungsvorleistungen.</p>		

**MA4310-KP12, MA4310 - Numerische Optimierung (NumOpt)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Sommersemester	12
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Vertiefungsmodul), Mathematik/Naturwissenschaften, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2019 (Vertiefungsmodul), Vertiefung, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Vertiefungsmodul), Mathematik/Naturwissenschaften, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2023 (Vertiefungsmodul), Vertiefung, 2. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe MA4030 T: Optimierung (Vorlesung, 4 SWS)</li> <li>• Siehe MA5034 T: Variationsrechnung und Partielle Differentialgleichungen (Veranstaltung, 3 SWS)</li> <li>• Siehe MA5032 T: Numerik der Bildverarbeitung (Veranstaltung, 3 SWS)</li> <li>• Siehe MA4030 T: Optimierung (Übung, 2 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 195 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung</li> <li>• 135 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 30 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• siehe Beschreibung der Modulteile</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• siehe Beschreibung der Modulteile</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Jan Modersitzki</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Mathematische Methoden der Bildverarbeitung</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Jan Modersitzki</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Jan Lellmann</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• siehe Literatur der Modulteile:</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		
<p>Das Vertiefungsmodul MA4310: Numerische Optimierung setzt sich aus dem Modul MA4030: Optimierung und jährlich alternierend aus dem Modul MA5034: Variationsrechnung und Partielle Differentialgleichungen oder dem Modul MA5032: Numerik der Bildverarbeitung zusammen.</p> <p>Zulassungsvoraussetzungen zum Modul: - Keine</p> <p>Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung: - Das Modul umfasst als einzige Prüfung eine Klausur oder mündliche Prüfung mit Dauer und Umfang gemäß PVO. Prüfungsvorleistungen sind eine Präsentation und Übungsaufgaben.</p> <p>(Besteht aus MA4030 T, MA5034 T, MA5032 T)</p>		

**MA4330 T - Modulteil: Biosignalanalyse (BioSAT)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Sommersemester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Biophysik 2023 (Modulteil eines Wahlmoduls), Vertiefung, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Mathematik/Naturwissenschaften, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Vertiefung, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Mathematik/Naturwissenschaften, 2. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• MA4330-V: Biosignalanalyse (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• MA4330-Ü: Biosignalanalyse (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 65 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 10 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hilbert-Räume</li> <li>• Fourier-Reihen und Fourier-Transformation</li> <li>• Distributionen</li> <li>• diskrete Wavelet-Transformation</li> <li>• Kleinste-Quadrate-Techniken</li> <li>• Anwendungen auf biologische und medizinische Daten</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende haben vertiefte Kenntnisse in den mathematischen Hintergründen der Signalanalyse</li> <li>• Sie beherrschen verschiedene Methoden der eindimensionalen Signalanalyse</li> <li>• Sie sind zur praktischen Verwendung dieser Methoden befähigt</li> <li>• Sie können mit Mathematica oder MatLab arbeiten</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfungsform hängt vom übergeordneten Modul ab</li> </ul>		
<b>Setzt voraus:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analysis 2 (MA2500-KP04, MA2500)</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe Hauptmodul</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Mathematik</a></li> <li>• <a href="#">Nachfolge von Prof. Dr. rer. nat. Karsten Keller</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Jürgen Prestin</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• S. Mallat: A wavelet tour of signal processing - Academic Press, 1998</li> <li>• A. N. Kolmogorov, S.V. Fomin: Reelle Funktionen und Funktionalanalysis - Deutscher Verlag der Wissenschaften 1975</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Deutsch angeboten</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		
(Ist Modulteil von MA4300)		
Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung:		
- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben während des Semesters		

**MA4330-KP04, MA4330 - Biosignalanalyse (BioSA)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Sommersemester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Mathematik/Naturwissenschaften, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Mathematik/Naturwissenschaften, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2011 (Wahlpflicht), Mathematik, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2012 (Pflicht), Vertiefungsblock Analysis, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2010 (Pflicht), Mathematik, 2. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• MA4330-V: Biosignalanalyse (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• MA4330-Ü: Biosignalanalyse (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 65 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 10 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hilbert-Räume</li> <li>• Fourier-Reihen und Fourier-Transformation</li> <li>• Distributionen</li> <li>• diskrete Wavelet-Transformation</li> <li>• Kleinste-Quadrate-Techniken</li> <li>• Anwendungen auf biologische und medizinische Daten</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende haben vertiefte Kenntnisse in den mathematischen Hintergründen der Signalanalyse</li> <li>• Sie beherrschen verschiedene Methoden der eindimensionalen Signalanalyse</li> <li>• Sie sind zur praktischen Verwendung dieser Methoden befähigt</li> <li>• Sie können mit Mathematica oder MatLab arbeiten</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur</li> <li>• Übungsaufgaben</li> </ul>		
<b>Setzt voraus:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analysis 2 (MA2500-KP04, MA2500)</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Nachfolge von Prof. Dr. rer. nat. Karsten Keller</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Mathematik</a></li> <li>• <a href="#">Nachfolge von Prof. Dr. rer. nat. Karsten Keller</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Jürgen Prestin</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• S. Mallat: A wavelet tour of signal processing - Academic Press, 1998</li> <li>• A. N. Kolmogorov, S.V. Fomin: Reelle Funktionen und Funktionalanalysis - Deutscher Verlag der Wissenschaften 1975</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Deutsch angeboten</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		
<p>Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung: - Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben während des Semesters</p>		

**MA4450 T - Modulteil: Modellierung Biologischer Systeme (MoBST)**

<b>Dauer:</b> 1 Semester	<b>Angebotsturnus:</b> Jedes Wintersemester	<b>Leistungspunkte:</b> 8
-----------------------------	--	------------------------------

**Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:**

- Master Biophysik 2023 (Modulteil eines Wahlmoduls), Vertiefung, 1. Fachsemester
- Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Mathematik/Naturwissenschaften, Beliebiges Fachsemester
- Master Biophysik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Vertiefung, 1. Fachsemester
- Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Mathematik/Naturwissenschaften, 1. Fachsemester

**Lehrveranstaltungen:**

- MA4450-V: Modellierung biologischer Systeme (Vorlesung, 2 SWS)
- MA4450-Ü: Modellierung biologischer Systeme (Übung, 2 SWS)

**Arbeitsaufwand:**

- 160 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung
- 60 Stunden Präsenzstudium
- 20 Stunden Prüfungsvorbereitung

**Lehrinhalte:**

- Einfache zeitdiskrete deterministische Modelle
- Strukturierte zeitdiskrete Populationsdynamik
- Erzeugende Funktionen, Galton-Watson-Prozesse
- Modellierung von Daten und Datenanalyse

**Qualifikationsziele/Kompetenzen:**

- Studierende haben Kenntnis von elementaren zeitdiskreten Modellen zur Modellierung biologischer Prozesse
- Sie entwickeln die Fähigkeit, Ideen aus verschiedenen mathematischen Disziplinen zusammenzuführen
- Sie haben Kompetenzen in Datenanalyse und Modellierung
- Sie entwickeln Kompetenzen zur interdisziplinären Arbeit

**Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:**

- Übungsaufgaben
- Prüfungsform hängt vom übergeordneten Modul ab

**Setzt voraus:**

- Lineare Algebra und Diskrete Strukturen 2 (MA1500-KP08, MA1500)
- Stochastik 1 (MA2510-KP04, MA2510)
- Analysis 2 (MA2500-MML)

**Modulverantwortlicher:**

- Siehe Hauptmodul

**Lehrende:**

- [Institut für Mathematik](#)
- [Nachfolge von Prof. Dr. rer. nat. Karsten Keller](#)

**Literatur:**

- F. Braer, C. Castillo-Chavez: Mathematical Models in Population Biology and Epidemiology - New York: Springer 2000
- H. Caswell: Matrix Population Models - Sunderland: Sinauer Associates 2001
- S. N. Elaydi: An Introduction to Difference Equations - New York: Springer 1999
- B. Huppert: Angewandte Lineare Algebra - Berlin: de Gruyter 1990
- U. Krengel: Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik - Wiesbaden: Vieweg 2002
- E. Seneta: Non-negative Matrices and Markov Chains - New York: Springer 1981

**Sprache:**

- Wird nur auf Deutsch angeboten

**Bemerkungen:**



Die Vorlesung ist identisch mit der im Modul MA4450.

(Ist gleich MA4450)

(Ist Modulteil von MA4300)

Zulassungsvoraussetzungen zum Modul:

- Keine (Die Kompetenzen der vorausgesetzten Module werden für dieses Modul benötigt, die Module stellen aber keine Zulassungsvoraussetzung dar.)

Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung:

- Prüfungsvorleistungen können zu Beginn des Semesters festgelegt werden. Sind Vorleistungen definiert, müssen diese vor der Erstprüfung erbracht und positiv bewertet worden sein.

<b>MA4450-KP08, MA4450-MML - Modellierung Biologischer Systeme (MoBS)</b>		
<b>Dauer:</b> 1 Semester	<b>Angebotsturnus:</b> Jedes Wintersemester	<b>Leistungspunkte:</b> 8
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Mathematik/Naturwissenschaften, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Mathematik/Naturwissenschaften, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2011 (Wahlpflicht), Mathematik, 1. oder 3. Fachsemester</li> <li>• Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2010 (Pflicht), Mathematik, 5. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• MA4450-V: Modellierung biologischer Systeme (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• MA4450-Ü: Modellierung biologischer Systeme (Übung, 2 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 130 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung</li> <li>• 60 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 30 Stunden Eigenständige Projektarbeit</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einfache zeitdiskrete deterministische Modelle</li> <li>• Strukturierte zeitdiskrete Populationsdynamik</li> <li>• Erzeugende Funktionen, Galton-Watson-Prozesse</li> <li>• Modellierung von Daten und Datenanalyse</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende haben Kenntnis von elementaren zeitdiskreten Modellen zur Modellierung biologischer Prozesse</li> <li>• Sie entwickeln die Fähigkeit, Ideen aus verschiedenen mathematischen Disziplinen zusammenzuführen</li> <li>• Sie haben Kompetenzen in Datenanalyse und Modellierung</li> <li>• Sie entwickeln Kompetenzen zur interdisziplinären Arbeit</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übungs- bzw. Projektaufgaben</li> <li>• Klausur</li> </ul>		
<b>Setzt voraus:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lineare Algebra und Diskrete Strukturen 2 (MA1500-KP08, MA1500)</li> <li>• Stochastik 1 (MA2510-KP04, MA2510)</li> <li>• Analysis 2 (MA2500-MML)</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Nachfolge von Prof. Dr. rer. nat. Karsten Keller</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Mathematik</a></li> <li>• <a href="#">Nachfolge von Prof. Dr. rer. nat. Karsten Keller</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• F. Braer, C. Castillo-Chavez: Mathematical Models in Population Biology and Epidemiology - New York: Springer 2000</li> <li>• H. Caswell: Matrix Population Models - Sunderland: Sinauer Associates 2001</li> <li>• S. N. Elaydi: An Introduction to Difference Equations - New York: Springer 1999</li> <li>• B. Huppert: Angewandte Lineare Algebra - Berlin: de Gruyter 1990</li> <li>• U. Krengel: Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik - Wiesbaden: Vieweg 2002</li> <li>• E. Seneta: Non-negative Matrices and Markov Chains - New York: Springer 1981</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Deutsch angeboten</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		



Die Vorlesung ist identisch mit der im Modul MA4450.

Zulassungsvoraussetzungen zum Modul:

- Keine (Die Kompetenzen der vorausgesetzten Module werden für dieses Modul benötigt, die Module stellen aber keine Zulassungsvoraussetzung dar.)

Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung:

- Prüfungsvorleistungen können zu Beginn des Semesters festgelegt werden. Sind Vorleistungen definiert, müssen diese vor der Erstprüfung erbracht und positiv bewertet worden sein.

**MA4500-KP04, MA4500 - Mathematische Methoden der Bildverarbeitung (MatheBildv)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes zweite Wintersemester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Mathematik/Naturwissenschaften, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2019 (Wahlpflicht), Medizinische Bildverarbeitung, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2014 (Wahlpflicht), Medizinische Bildverarbeitung, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Mathematik/Naturwissenschaften, 1. oder 3. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2011 (Wahlpflicht), Mathematik, 1. oder 3. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2012 (Wahlpflicht), Vertiefungsblock Bildgebende Systeme, 2. oder 3. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2011 (Vertiefung), Bildgebende Systeme, Signal- und Bildverarbeitung, 1. oder 3. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2012 (Pflicht), Vertiefungsblock Numerische Bildverarbeitung, 2. oder 3. Fachsemester</li> <li>• Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2010 (Pflicht), Mathematik, 1. oder 3. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• MA4500-V: Mathematik der Bildverarbeitung (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• MA4500-Ü: Mathematik der Bildverarbeitung (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 65 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 10 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bildverarbeitung</li> <li>• Digitale Bilder</li> <li>• Operatoren im Originalbereich</li> <li>• Operatoren im Fourierbereich</li> <li>• Deblurring</li> <li>• Totale Variation</li> <li>• Segmentierungsverfahren</li> <li>• Levelsetmethoden</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende besitzen ein fundiertes mathematisches Verständnis der grundlegenden Bildverarbeitungstechniken.</li> <li>• Studierende können typische mathematische Verfahren der Bildverarbeitung vergleichen und bewerten.</li> <li>• Studierende können typische mathematische Methoden der Bildverarbeitung herleiten.</li> <li>• Studierende verstehen die wichtigsten Bildoperatoren.</li> <li>• Studierende verstehen fundamentale Diskretisierungsmethoden.</li> <li>• Studierende verstehen typische numerische Verfahren in der Bildverarbeitung.</li> <li>• Studierende können fundamentale Bildverarbeitungsmethoden implementieren.</li> <li>• Fachübergreifende Aspekte: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende besitzen fortgeschrittene Modellbildungskompetenz.</li> <li>• Studierende können theoretische Konzepte in die Praxis umsetzen.</li> <li>• Studierende besitzen Implementierungserfahrung.</li> <li>• Studierende können praktische Probleme abstrahieren.</li> </ul> </li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten</li> </ul>		
<b>Voraussetzung für:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variationsrechnung und Partielle Differentialgleichungen (MA5034-KP04, MA5034)</li> </ul>		
<b>Setzt voraus:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lineare Algebra und Diskrete Strukturen 2 (MA1500-KP08, MA1500)</li> <li>• Analysis 2 (MA2500-KP04, MA2500)</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Jan Modersitzki</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		

- [Institut für Mathematische Methoden der Bildverarbeitung](#)
- [Prof. Dr. rer. nat. Jan Modersitzki](#)
- [Prof. Dr. rer. nat. Jan Lellmann](#)

---

**Literatur:**

- Gonzalez, Woods: Digital Image Processing - Prentice Hall, 2007
- Russ: The Image Processing Handbook - CRC Press, 2011
- Handels: Medizinische Bildverarbeitung - Vieweg+Teubner, 2009

---

**Sprache:**

- Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig

---

**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zum Modul:

- Keine (Die Kompetenzen der vorausgesetzten Module werden für dieses Modul benötigt, die Module stellen aber keine Zulassungsvoraussetzung dar.)

Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung:

- Prüfungsvorleistungen können zu Beginn des Semesters festgelegt werden. Sind Vorleistungen definiert, müssen diese vor der Erstprüfung erbracht und positiv bewertet worden sein.

**MA4610-KP04, MA4610 - Stochastische Prozesse und Modellierung (StochPrzMd)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	In der Regel jährlich, vorzugsweise im WiSe	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Mathematik/Naturwissenschaften, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Mathematik/Naturwissenschaften, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2012 (Wahlpflicht), Vertiefungsblock Stochastik, 2. oder 3. Fachsemester</li> <li>• Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2010 (Pflicht), Mathematik, 1. oder 3. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• MA4610-V: Stochastische Prozesse (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• MA4610-Ü: Stochastische Prozesse (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 55 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedingte Erwartung</li> <li>• Stochastische Prozesse</li> <li>• Filtrationen</li> <li>• Martingale</li> <li>• Brownsche Bewegung</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können stochastische Prozesse anhand ausgewählter Prozessklassen nennen und deren Eigenschaften erläutern.</li> <li>• Sie haben die stochastische Denkweise vertieft und können die Beweise der Vorlesung erklären.</li> <li>• Sie können grundlegende Ideen und Konzepte der stochastischen Analysis erläutern und anwenden.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur</li> </ul>		
<b>Setzt voraus:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stochastik 2 (MA4020-MML)</li> <li>• Stochastik 1 (MA2510-KP04, MA2510)</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Andreas Rößler</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Mathematik</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Andreas Rößler</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• R. Durrett: Probability: Theory and Examples - 3rd edition, Thomson, 2005</li> <li>• S. Karlin und H. M. Taylor: A First Course in Stochastic Processes</li> <li>• Ioannis Karatzas, Steven E. Shreve: Brownian Motion and Stochastic Calculus - Springer Verlag, 2nd edition, 1991</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		
Zulassungsvoraussetzungen zum Modul: - Keine (Die Kompetenzen der vorausgesetzten Module werden für dieses Modul benötigt, die Module stellen aber keine Zulassungsvoraussetzung dar.)		
Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung: - Prüfungsvorleistungen können zu Beginn des Semesters festgelegt werden. Sind Vorleistungen definiert, müssen diese vor der		



Erstprüfung erbracht und positiv bewertet worden sein.

**MA5030-KP04, MA5030 - Bildregistrierung (Bildregist)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes zweite Wintersemester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Mathematik/Naturwissenschaften, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2019 (Wahlpflicht), Medizinische Bildverarbeitung, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2014 (Wahlpflicht), Medizinische Bildverarbeitung, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Mathematik/Naturwissenschaften, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2012 (Wahlpflicht), Vertiefungsblock Bildgebende Systeme, 2. oder 3. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2011 (Wahlpflicht), Mathematik, 1. oder 3. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2011 (Vertiefung), Bildgebende Systeme, Signal- und Bildverarbeitung, 1. oder 3. Fachsemester</li> <li>• Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2010 (Wahlpflicht), Mathematik, 1. oder 3. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2012 (Wahlpflicht), Vertiefungsblock Numerische Bildverarbeitung, 2. oder 3. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• MA5030-V: Bildregistrierung (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• MA5030-Ü: Bildregistrierung (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 65 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 10 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung und Grundlagen</li> <li>• Interpolation</li> <li>• Deformationsmodelle</li> <li>• Landmarkengestützte Registrierung</li> <li>• Parametrische Bildregistrierung</li> <li>• Nichtparametrische Registrierung und Regularisierungsstrategien</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende kennen die zentralen Konzepte der Bildregistrierung.</li> <li>• Sie können eine konkrete Aufgabe in ein adäquates Modell umsetzen.</li> <li>• Sie haben Erfahrung mit parametrischer und nichtparametrischer Registrierung.</li> <li>• Fachübergreifende Aspekte:</li> <li>• Studierende besitzen fortgeschrittene Modellbildungskompetenz.</li> <li>• Studierende können theoretische Konzepte in die Praxis umsetzen.</li> <li>• Studierende besitzen Implementierungserfahrung.</li> <li>• Studierende können praktische Probleme abstrahieren.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten</li> </ul>		
<b>Setzt voraus:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lineare Algebra und Diskrete Strukturen 2 (MA1500-KP08, MA1500)</li> <li>• Analysis 2 (MA2500-KP04, MA2500)</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Jan Modersitzki</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Institut für Mathematische Methoden der Bildverarbeitung</li> <li>• Prof. Dr. Martin Leucker</li> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Jan Modersitzki</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Goshtasby: 2D and 3D Image Registration - Wiley 2005</li> <li>• Modersitzki: Numerical Methods for Image Registration - Oxford University Press 2004</li> <li>• Modersitzki: FAIR: Flexible Algorithms for Image Registration - SIAM 2009</li> </ul>		

- Rohr: Landmark-Based Image Analysis - Kluwer 2001

**Sprache:**

- Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig

**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zum Modul:

- Keine (Die Kompetenzen der vorausgesetzten Module werden für dieses Modul benötigt, die Module stellen aber keine Zulassungsvoraussetzung dar.)

Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung:

- Prüfungsvorleistungen können zu Beginn des Semesters festgelegt werden. Sind Vorleistungen definiert, müssen diese vor der Erstprüfung erbracht und positiv bewertet worden sein.

**MA5032 T - Modulteil: Numerik der Bildverarbeitung (NumerikBVT)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes zweite Sommersemester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Biophysik 2023 (Modulteil eines Wahlmoduls), Vertiefung, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Mathematik/Naturwissenschaften, Beliebiges Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Vertiefung, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Mathematik/Naturwissenschaften, 2. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• MA5032-V: Numerik der Bildverarbeitung (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• MA5032-Ü: Numerik der Bildverarbeitung (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 65 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 10 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bildgebungsprozess und Modalitäten</li> <li>• Gitter und Bilddarstellungen</li> <li>• Operatoren im Orts- und Frequenzbereich</li> <li>• Diskrete Fouriertransformation/FFT und Anwendungen</li> <li>• JPEG</li> <li>• Poissongleichung und Diskretisierung mittels finiter Differenzen</li> <li>• Splittingverfahren</li> <li>• Multigridverfahren</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende kennen die zentralen Konzepte der Numerik für die Bildverarbeitung.</li> <li>• Sie haben Erfahrung im Umgang mit praktischen Lösungskonzepten.</li> <li>• Sie können numerische Algorithmen auf dem Computer implementieren.</li> <li>• Sie verstehen ausgewählte Verfahren zur Lösung großer linearer Gleichungssysteme.</li> <li>• Sie können ausgewählte Verfahren zur Lösung großer linearer Gleichungssysteme implementieren.</li> <li>• Fachübergreifende Aspekte:           <ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende besitzen fortgeschrittene Modellbildungskompetenz.</li> <li>• Studierende können theoretische Konzepte in die Praxis umsetzen.</li> <li>• Studierende besitzen Implementierungserfahrung.</li> <li>• Studierende können praktische Probleme abstrahieren.</li> </ul> </li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfungsform hängt vom übergeordneten Modul ab</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe Hauptmodul</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Mathematische Methoden der Bildverarbeitung</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Jan Modersitzki</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Jan Lellmann</a></li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		



(Ist Teilmodul von MA4310)

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine (die Kompetenzen der unter Voraussetzungen genannten Module werden für dieses Modul benötigt, sind aber keine formale Voraussetzung)

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Unbenotete Prüfungsvorleistungen sind Übungsaufgaben sowie deren Präsentation. Diese müssen vor der Erstprüfung bearbeitet und positiv bewertet worden sein.

**MA5032-KP04, MA5032 - Numerik der Bildverarbeitung (NumerikBV)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Wintersemester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Mathematik/Naturwissenschaften, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2019 (Wahlpflicht), Medizinische Bildverarbeitung, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Mathematik/Naturwissenschaften, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2014 (Wahlpflicht), Medizinische Bildverarbeitung, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2011 (Wahlpflicht), Vertiefungsblock Bildgebende Systeme, 2. oder 4. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2012 (Wahlpflicht), Vertiefungsblock Numerische Bildverarbeitung, 2. oder 3. Fachsemester</li> <li>• Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2010 (Wahlpflicht), Mathematik, 2. oder 4. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• MA5032-V: Numerik der Bildverarbeitung (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• MA5032-Ü: Numerik der Bildverarbeitung (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 65 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 10 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bildgebungsprozess und Modalitäten</li> <li>• Gitter und Bilddarstellungen</li> <li>• Bildoperatoren und Finite Differenzen</li> <li>• Stationäre Partielle Differentialgleichungen in der Bildverarbeitung</li> <li>• Bild- und Videokompression</li> <li>• Variationsformulierung und statistische Interpretation</li> <li>• Korrektgestelltheit und Regularisierung</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende kennen die zentralen Konzepte der Numerik für die Bildverarbeitung.</li> <li>• Sie haben Erfahrung im Umgang mit praktischen Lösungskonzepten.</li> <li>• Sie können numerische Algorithmen auf dem Computer implementieren.</li> <li>• Fachübergreifende Aspekte:</li> <li>• Studierende besitzen fortgeschrittene Modellbildungskompetenz.</li> <li>• Studierende können theoretische Konzepte in die Praxis umsetzen.</li> <li>• Studierende besitzen Implementierungserfahrung.</li> <li>• Studierende können praktische Probleme abstrahieren.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Jan Modersitzki</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Mathematische Methoden der Bildverarbeitung</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Jan Modersitzki</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Jan Lellmann</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bredies, Lorenz: Mathematische Bildverarbeitung - Springer, 2010</li> <li>• Gonzalez, Woods: Digital Image Processing - Prentice Hall, 2007</li> <li>• Hackbusch: Iterative Lösung großer schwachbesetzter Systeme - Teubner, 1993</li> <li>• Briggs: A Multigrid Tutorial - SIAM, 2000</li> <li>• Nocedal, Wright: Numerical Optimization - Springer, 2006</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig</li> </ul>		

**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine (die Kompetenzen der unter Voraussetzungen genannten Module werden für dieses Modul benötigt, sind aber keine formale Voraussetzung)

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Unbenotete Prüfungsvorleistungen sind Übungsaufgaben sowie deren Präsentation. Diese müssen vor der Erstprüfung bearbeitet und positiv bewertet worden sein.

Modulprüfung(en):

- MA5032-L1: Numerik der Bildverarbeitung, Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (30min) nach Maßgabe des Dozenten, 100% der Modulnote

**MA5034 T - Modulteil: Variationsrechnung und Partielle Differentialgleichungen (VariPDET)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes zweite Sommersemester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Biophysik 2023 (Modulteil eines Wahlmoduls), Vertiefung, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Mathematik/Naturwissenschaften, Beliebiges Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Vertiefung, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Mathematik/Naturwissenschaften, 2. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• MA5034-V: Variationsrechnung und Partielle Differentialgleichungen (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• MA5034-Ü: Variationsrechnung und Partielle Differentialgleichungen (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 65 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 10 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motivation und Beispiele aus der Anwendung</li> <li>• Funktionalanalytische Grundlagen</li> <li>• Die direkte Methode der Variationsrechnung</li> <li>• Dualräume, schwache Konvergenz, Sobolevräume</li> <li>• Optimalitätsbedingungen</li> <li>• Klassifikation partieller Differentialgleichungen und typische PDGLen</li> <li>• Fundamentallösung, Maximumprinzip</li> <li>• Finite Elemente für elliptische partielle Differentialgleichungen</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende verstehen Modellierung mit Methoden der Variationsrechnung.</li> <li>• Studierende können einfache physikalische Probleme mit Methoden der Variationsrechnung formulieren und lösen.</li> <li>• Studierende verstehen den Zusammenhang zwischen variationellen Methoden und Partiellen Differentialgleichungen.</li> <li>• Studierende können Optimalitätsbedingungen für variationelle Funktionale aufstellen.</li> <li>• Studierende verstehen den mathematischen Hintergrund ausgewählter variationeller Probleme.</li> <li>• Studierende können ausgewählte grundlegende variationelle Probleme numerisch umsetzen.</li> <li>• Studierende können ausgewählte praktische Probleme variationell formulieren.</li> <li>• Fachübergreifende Aspekte:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende besitzen fortgeschrittene Modellbildungskompetenz.</li> <li>• Studierende können theoretische Konzepte in die Praxis umsetzen.</li> <li>• Studierende besitzen Implementierungserfahrung.</li> <li>• Studierende können praktische Probleme abstrahieren.</li> </ul> </li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfungsform hängt vom übergeordneten Modul ab</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe Hauptmodul</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Mathematische Methoden der Bildverarbeitung</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Jan Modersitzki</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Jan Lellmann</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vogel: Computational Methods for Inverse Methods - SIAM</li> <li>• Aubert, Kornprobst: Mathematical Problems in Image Processing: Partial Differential Equations and the Calculus of Variations - Springer</li> <li>• Scherzer, Grasmair, Grossauer, Haltmeier, Lenzen: Variational Methods in Imaging - Springer</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		

- Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig

**Bemerkungen:**

(Ist Teilmodul von MA4310)

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine (die Kompetenzen der unter Voraussetzungen genannten Module werden für dieses Modul benötigt, sind aber keine formale Voraussetzung)

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Unbenotete Prüfungsvorleistungen sind Übungsaufgaben sowie deren Präsentation. Diese müssen vor der Erstprüfung bearbeitet und positiv bewertet worden sein.

**MA5034-KP04, MA5034 - Variationsrechnung und Partielle Differentialgleichungen (VariPDE)**

<b>Dauer:</b> 1 Semester	<b>Angebotsturnus:</b> Jedes zweite Sommersemester	<b>Leistungspunkte:</b> 4
-----------------------------	---	------------------------------

**Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:**

- Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Mathematik/Naturwissenschaften, Beliebige Fachsemester
- Master Medizinische Informatik 2019 (Wahlpflicht), Medizinische Bildverarbeitung, 1. oder 2. Fachsemester
- Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Mathematik/Naturwissenschaften, Beliebige Fachsemester
- Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2010 (Wahlpflicht), Mathematik, 4. oder 6. Fachsemester
- Master Medizinische Informatik 2014 (Wahlpflicht), Medizinische Bildverarbeitung, 1. oder 2. Fachsemester
- Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2011 (Wahlpflicht), Mathematik, 2. oder 4. Fachsemester
- Master Informatik 2012 (Wahlpflicht), Vertiefungsblock Numerische Bildverarbeitung, 2. oder 3. Fachsemester
- Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2011 (Vertiefung), Bildgebende Systeme, Signal- und Bildverarbeitung, 2. oder 4. Fachsemester
- Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2010 (Wahl), Mathematik, 2. oder 4. Fachsemester

**Lehrveranstaltungen:**

- MA5034-V: Variationsrechnung und Partielle Differentialgleichungen (Vorlesung, 2 SWS)
- MA5034-Ü: Variationsrechnung und Partielle Differentialgleichungen (Übung, 1 SWS)

**Arbeitsaufwand:**

- 65 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung
- 45 Stunden Präsenzstudium
- 10 Stunden Prüfungsvorbereitung

**Lehrinhalte:**

- Motivation und Beispiele aus der Anwendung
- Funktionalanalytische Grundlagen
- Die direkte Methode der Variationsrechnung
- Dualräume, schwache Konvergenz, Sobolevräume
- Optimalitätsbedingungen
- Klassifikation partieller Differentialgleichungen und typische PDGLen
- Fundamentallösung, Maximumprinzip
- Finite Elemente für elliptische partielle Differentialgleichungen

**Qualifikationsziele/Kompetenzen:**

- Studierende verstehen Modellierung mit Methoden der Variationsrechnung.
- Studierende können einfache physikalische Probleme mit Methoden der Variationsrechnung formulieren und lösen.
- Studierende verstehen den Zusammenhang zwischen variationellen Methoden und Partiiellen Differentialgleichungen.
- Studierende können Optimalitätsbedingungen für variationelle Funktionale aufstellen.
- Studierende verstehen den mathematischen Hintergrund ausgewählter variationeller Probleme.
- Studierende können ausgewählte grundlegende variationelle Probleme numerisch umsetzen.
- Studierende können ausgewählte praktische Probleme variationell formulieren.
- Fachübergreifende Aspekte:
- Studierende besitzen fortgeschrittene Modellbildungskompetenz.
- Studierende können theoretische Konzepte in die Praxis umsetzen.
- Studierende besitzen Implementierungserfahrung.
- Studierende können praktische Probleme abstrahieren.

**Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:**

- Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten

**Modulverantwortlicher:**

- [Prof. Dr. rer. nat. Jan Modersitzki](#)

**Lehrende:**

- [Institut für Mathematische Methoden der Bildverarbeitung](#)
- [Prof. Dr. rer. nat. Jan Modersitzki](#)
- [Prof. Dr. rer. nat. Jan Lellmann](#)

**Literatur:**

- Vogel: Computational Methods for Inverse Methods - SIAM
- Aubert, Kornprobst: Mathematical Problems in Image Processing: Partial Differential Equations and the Calculus of Variations - Springer
- Scherzer, Grasmair, Grossauer, Haltmeier, Lenzen: Variational Methods in Imaging - Springer

---

**Sprache:**

- Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig

---

**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine (die Kompetenzen der unter Setzt voraus genannten Module werden für dieses Modul benötigt, sind aber keine formale Voraussetzung)

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Unbenotete Prüfungsvorleistungen sind Übungsaufgaben sowie deren Präsentation. Diese müssen vor der Erstprüfung bearbeitet und positiv bewertet worden sein.

Modulprüfung(en):

- MA5034-L1: Variationsrechnung und Partielle Differentialgleichungen, Klausur (90min) oder mündliche Prüfung (30min) nach Maßgabe des Dozenten, 100% der Modulnote

**ME4050-KP04, ME4050 - Grundlagen Magnetischer Methoden in der Medizin (GMMM)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Unregelmäßig	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Mathematik/Naturwissenschaften, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Mathematik/Naturwissenschaften, Beliebige Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ME4050-V: Grundlagen Magnetischer Methoden in der Medizin (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• ME4050-Ü: Grundlagen Magnetischer Methoden in der Medizin (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 55 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen des Magnetismus</li> <li>• Dia-, Para-, Ferromagnetismus sowie spezielle Formen wie Superparamagnetismus</li> <li>• Wechselwirkungen zwischen magnetischen Feldern und magnetischen Festkörpern</li> <li>• Kolloidale Suspensionen von magnetischen Nanopartikeln</li> <li>• Messung magnetischer Felder</li> <li>• Detektion magnetischer Festkörper</li> <li>• Manipulation magnetischer Festkörper und Ferrofluide mit Magnetfeldern</li> <li>• Verhalten magnetischer Nanopartikel in biologischen Matrizen.</li> <li>• Magnetische Erregung des peripheren Nervensystems und transkranielle Magnetstimulation (TMS)</li> <li>• Magnetometrie in der medizinischen Anwendung (z. B. magnetische Relaxometrie, Magnetenzephalographie, Magnetoneurographie)</li> <li>• Bildgebende Verfahren mit magnetischen Feldern (z. B. MRT, MPI, MRX)</li> <li>• Therapieansätze mit magnetischen Nanopartikeln</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende kennen die Grundlagen des Magnetismus.</li> <li>• Sie wissen, welche magnetischen Methoden in der Medizin genutzt werden und auf welcher Grundlage diese beruhen.</li> <li>• Sie verstehen die unterschiedlichen Formen von Magnetismus.</li> <li>• Sie können physikalische Probleme modellieren, die magnetische Felder und Festkörper umfassen.</li> <li>• Sie verstehen, wie magnetische Festkörper und Magnetfelder detektiert werden.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten</li> </ul>		
<b>Setzt voraus:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Elektrotechnik 2 (ME2700-KP08, ME2700)</li> <li>• Grundlagen der Elektrotechnik 1 (ME2400-KP08, ME2400)</li> <li>• Physik 2 (ME1020-KP08, ME1020)</li> <li>• Physik 1 (ME1010-KP08, ME1010)</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Thorsten Buzug</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Medizintechnik</a></li> <li>• <a href="#">Dr. rer. nat. Alexander Neumann</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Thorsten Buzug</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chikazumi: Physics of Ferromagnetism - Oxford Science Publications</li> <li>• Thanh: Magnetic Nanoparticles: From Fabrication to Clinical Applications - CRC Press</li> <li>• Buzug &amp; Borgert: Magnetic Particle Imaging - Springer</li> <li>• Tumanski: Handbook of Magnetic Measurements - CRC Press</li> </ul>		

**Sprache:**

- Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig

**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine (die Kompetenzen der unter Setzt voraus genannten Module werden für dieses Modul benötigt, sind aber keine formale Voraussetzung)

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Keine

Modulprüfung(en):

- ME4050-L1: Grundlagen Magnetischer Methoden in der Medizin, Klausur, 90min, 100% der Modulnote

**ME4140-KP04, ME4140 - Mechanismen der Photobiologie und Photomedizin (MPP)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Max. Gruppengröße:</b>
1 Semester	Jedes Wintersemester	4	10
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Mathematik/Naturwissenschaften, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Mathematik/Naturwissenschaften, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2011 (Vertiefung), Biophysik und Biomedizinische Optik, 1. Fachsemester</li> </ul>			
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ME4140-V: Grundlagen und Anwendungen photothermischer Effekte (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• ME4140-Ü: Grundlagen und Anwendungen photothermischer Effekte (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 70 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 50 Stunden Schriftliche Ausarbeitung</li> </ul>	
<b>Lehrinhalte:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen und Anwendungen photothermischer Effekte</li> <li>• Laborversuche</li> <li>• Praktischer Teil (Protokoll erforderlich):- Zellreaktionen nach thermischer Stimulation von Zellen, durch Vitalitäts- und Wundheilungs-Nachweis, Proteinbestimmung.- Nachweis der Zellmetabolismusänderung durch oxidativen Stress mit optischen Verfahren</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende können grundlegende biologische und physikalische Mechanismen der photothermischen Effekten erlernen, und über deren medizinischen Anwendungen gute Kenntnisse erwerben.</li> <li>• Sie können grundlegende Versuche im Labor durchführen.</li> <li>• Sie können die Anwendungen mit verschiedenen biologischen Problemstellungen assoziieren.</li> </ul>			
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten</li> </ul>			
<b>Modulverantwortlicher:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Dr. med. Yoko Miura</a></li> </ul>			
<b>Lehrende:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Biomedizinische Optik</a></li> <li>• <a href="#">Dr. med. Yoko Miura</a></li> </ul>			
<b>Literatur:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Editors: Welch, Ashley J., van Gemert, Martin JC: Optical-Thermal Response of Laser-Irradiated Tissue - Springer 2011, ISBN: 978-90-481-8831-4</li> <li>• Editors: Asea, Alexander A. A., Kaur, Punit: Heat Shock Proteins in Neuroscience (Heat Shock Proteins (20), Band 20) - Springer 2019, ISBN: 978-3-030-24285-5</li> <li>• Gerd Poeggel: Kurzlehrbuch Biologie - Thieme 2013, ISBN: 9783131409836</li> </ul>			
<b>Sprache:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Deutsch angeboten</li> </ul>			
<b>Bemerkungen:</b>			



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Keine

Modulprüfung(en):

- ME4140-L1: Mechanismen der Photobiologie und Photomedizin, Klausur, 60min, 100% der Modulnote

Blockveranstaltung

1 Woche täglich ganztägig

ME4190-KP04, ME4190 - Zellmanipulation mit optischen Methoden (ZOM)			
<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Max. Gruppengröße:</b>
1 Semester	Jedes Wintersemester	4	10
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Mathematik/Naturwissenschaften, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Mathematik/Naturwissenschaften, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2011 (Vertiefung), Biophysik und Biomedizinische Optik, 1. Fachsemester</li> </ul>			
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ME4190-V: Zellmanipulation mit optischen Methoden (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• ME4190-Ü: Zellmanipulation mit optischen Methoden (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 50 Stunden Selbststudium</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 25 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>	
<b>Lehrinhalte:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen photothermisch und photochemisch induzierter Effekte auf biologisches Gewebe.</li> <li>• Laborversuche zur Zellelimination mit Hilfe photodynamischer Therapie.</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende können grundlegende Mechanismen photothermisch und photochemisch induzierter biologischer Prozesse erklären.</li> <li>• Sie können unterschiedliche Einsatzmöglichkeit optischer Nanotechnologien für die Diagnose und Therapie formulieren.</li> <li>• Sie können Versuche auf dem Gebiet der experimentellen Phototherapie im Labor durchführen.</li> </ul>			
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme am Kurs</li> </ul>			
<b>Modulverantwortlicher:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dr. rer. nat. Ramtin Rahmanzadeh</li> </ul>			
<b>Lehrende:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Biomedizinische Optik</a></li> <li>• Dr. rer. nat. Ramtin Rahmanzadeh</li> </ul>			
<b>Literatur:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gstraunthaler G., Lindl T.: Zell- und Gewebekultur: Allgemeine Grundlagen und spezielle Anwendungen - Spektrum, 2013</li> <li>• Schmitz S., Desel C.: Der Experimentator Zellbiologie - Springer, 2018</li> <li>• Rai P., et al.: Development and Applications of Photo-triggered Theranostic Agents - Adv Drug Deliv Rev. 2010 Aug 30</li> <li>• Nath S., et al.: Photoimmunotherapy of Ovarian Cancer: A Unique Niche in the Management of Advanced Disease - Cancers (Basel). 2019</li> </ul>			
<b>Sprache:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Deutsch angeboten</li> </ul>			
<b>Bemerkungen:</b>			



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme am Lehrmodul

Modulprüfung(en):

- ME4190-L1: Zellmanipulation mit optischen Methoden, Seminar, 100% der Modulnote

Bei diesem Modul handelt es sich um eine Blockveranstaltung.

(Anteil Institut für Biomedizinische Optik an V ist 100%)

(Anteil Institut für Biomedizinische Optik an Ü ist 100%)

**ME4250 A - Modulteil: Instrumentierung in der Biophysik (InBp)**

<b>Dauer:</b> 1 Semester	<b>Angebotsturnus:</b> Jedes Sommersemester	<b>Leistungspunkte:</b> 4
-----------------------------	--	------------------------------

**Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:**

- Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Mathematik/Naturwissenschaften, Beliebige Fachsemester
- Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester
- Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester
- Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Mathematik/Naturwissenschaften, Beliebige Fachsemester

**Lehrveranstaltungen:**

- ME4250-V: Instrumentierung in der Biophysik (Vorlesung, 2 SWS)
- ME4250-Ü: Instrumentierung in der Biophysik (Übung, 1 SWS)

**Arbeitsaufwand:**

- 75 Stunden Selbststudium
- 45 Stunden Präsenzstudium

**Lehrinhalte:**

- UV-VIS Spektroskopie
- Rasterkraftmikroskopie
- Fluoreszenz-Spektroskopie
- Filmwaage
- Patch Clamp

**Qualifikationsziele/Kompetenzen:**

- Die Studierenden sind in der Lage, die für eine bestimmte Frage der Biophysik geeignete Instrumentierung zu identifizieren
- Die Studierenden sind in der Lage, die Instrumente der Biophysik weiterzuentwickeln
- Die Studierenden sind in der Lage, die Instrumente der Biophysik optimal einzusetzen

**Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:**

- Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten

**Modulverantwortlicher:**

- Siehe Hauptmodul

**Lehrende:**

- [Forschungszentrum Borstel, Leibniz Lungenzentrum](#)
- Prof. Dr. rer. nat. Thomas Gutschmann
- Dr. Christian Nehls

**Literatur:**

- Lukas K. Buehler: Cell Membranes - Garland Science 2016, ISBN 978-0-8153-4196-3
- Yves Dufrene (Ed.): Life at the Nanoscale - Pan Stanford Publishing 2011, ISBN 978-981-4267-96-0

**Sprache:**

- Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern

**Bemerkungen:**

(Ist Modulteil von ME4250-KP12)  
Veranstaltungen auch genutzt in BP4510-KP12.

Zulassungsvoraussetzungen zum Modul:  
- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung:  
- Prüfungsvorleistungen können zu Beginn des Semesters festgelegt werden. Sind Vorleistungen definiert, müssen diese vor der Erstprüfung erbracht und positiv bewertet worden sein.

**ME4250-KP12, ME4250 - Biophysik (BioPhys)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
2 Semester	Jedes Wintersemester	12
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Vertiefungsmodul), Mathematik/Naturwissenschaften, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Vertiefungsmodul), fachspezifisch, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Vertiefungsmodul), fachspezifisch, 2. und 3. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Vertiefungsmodul), Mathematik/Naturwissenschaften, 1. und 2. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe LS4020 C-MIW: Einzelmolekülmethoden (Veranstaltung, 3 SWS)</li> <li>• Siehe LS4020 F-MIW: Proteinbiophysik (Veranstaltung, 3 SWS)</li> <li>• Siehe ME4260 T: Theoretische Biophysik (Veranstaltung, 3 SWS)</li> <li>• Siehe LS4130 A: Membranbiophysik (Veranstaltung, 3 SWS)</li> <li>• Siehe ME4250 A: Instrumentierung der Biophysik (Veranstaltung, 3 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 155 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung</li> <li>• 145 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 60 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• siehe Beschreibung der Module</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• siehe Beschreibung der Module</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mündliche Prüfung</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Christian Hübner</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Institut für Physik</li> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Christian Hübner</li> <li>• PD Dr. rer. nat. Hauke Paulsen</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• siehe Literatur der Module</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Deutsch angeboten</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		
(Besteht aus LS4020 C-MIW, LS4020 F-MIW, ME4260 T, LS4130 A, ME4250 A)		
Wahl 3 aus 5.		
Zulassungsvoraussetzungen zum Modul: - Keine		
Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung: - Prüfungsvorleistungen können zu Beginn des Semesters festgelegt werden. Sind Vorleistungen definiert, müssen diese vor der Erstprüfung erbracht und positiv bewertet worden sein.		

**ME4255-KP04 - Instrumentierung in der Biophysik (InstBph)**

<b>Dauer:</b> 1 Semester	<b>Angebotsturnus:</b> Jedes Sommersemester	<b>Leistungspunkte:</b> 4 (B-Schein)
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Mathematik/Naturwissenschaften, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Mathematik/Naturwissenschaften, Beliebige Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ME4250-V: Instrumentierung in der Biophysik (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• ME4250-Ü: Instrumentierung in der Biophysik (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 75 Stunden Selbststudium</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• UV-VIS Spektroskopie</li> <li>• Rasterkraftmikroskopie</li> <li>• Fluoreszenz-Spektroskopie</li> <li>• Filmwaage</li> <li>• Patch Clamp</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, die für eine bestimmte Frage der Biophysik geeignete Instrumentierung zu identifizieren</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, die Instrumente der Biophysik weiterzuentwickeln</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, die Instrumente der Biophysik optimal einzusetzen</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird vom Dozenten festgelegt</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Thomas Gutschmann</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Forschungszentrum Borstel, Leibniz Lungenzentrum</a></li> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Thomas Gutschmann</li> <li>• Dr. Christian Nehls</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lukas K. Buehler: Cell Membranes - Garland Science 2016, ISBN 978-0-8153-4196-3</li> <li>• Yves Dufrene (Ed.): Life at the Nanoscale - Pan Stanford Publishing 2011, ISBN 978-981-4267-96-0</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		
Zulassungsvoraussetzungen zum Modul: - Keine		
Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung: - Prüfungsvorleistungen können zu Beginn des Semesters festgelegt werden. Sind Vorleistungen definiert, müssen diese vor der Erstprüfung erbracht und positiv bewertet worden sein.		
Modulprüfung(en): - ME4255-KP04: Instrumentierung in der Biophysik, Erfolgreiche (mindestens 50 %) Bearbeitung der Übungen, 100 % der Modulnote, unbenotet		

**ME4260 T - Modulteil: Theoretische Biophysik (TheoBiophy)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Wintersemester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Mathematik/Naturwissenschaften, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Mathematik/Naturwissenschaften, Beliebige Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• BP4110-V: Theoretische Biophysik (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• BP4110-Ü: Theoretische Biophysik (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 55 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundbegriffe der Quantenmechanik</li> <li>• Intra- und intermolekulare Wechselwirkungen</li> <li>• Beschreibung von Molekülen durch klassische Modelle</li> <li>• Simulation der Dynamik von Molekülen mit Hilfe der Newtonschen Mechanik</li> <li>• Beschreibung der molekularen Dynamik mit Hilfe der Thermodynamik</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sie können erklären, wie sich aus den grundlegenden Annahmen der Quantenmechanik die Existenz von Atomen und Molekülen erklären lässt.</li> <li>• Sie können erläutern, innerhalb welcher Grenzen sich die Wechselwirkungen zwischen Atomen durch klassische Modelle beschreiben lassen.</li> <li>• Sie können einen Algorithmus skizzieren, mit dem sich die Dynamik von Molekülen simulieren lässt.</li> <li>• Sie können aufzählen, welche thermodynamischen Konzepte sich zur Beschreibung der molekularen Dynamik eignen.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mündliche Prüfung</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe Hauptmodul</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Physik</a></li> <li>• <a href="#">PD Dr. rer. nat. Hauke Paulsen</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• V. Schönemann: Biophysik - Berlin: Springer 2004</li> <li>• M. Daune: Molekulare Biophysik - Braunschweig: Vieweg 1997</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Deutsch angeboten</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Keine

Modulprüfung(en):

- ME4260-L1: Theoretische Biophysik, mündlich, 100% der Modulnote

(Ist Modulteil von ME4250-KP12)

**ME4500-KP04, ME4500 - Fortgeschrittene Methoden der Regelungstechnik (FoMeReg)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Sommersemester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Mathematik/Naturwissenschaften, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Mathematik/Naturwissenschaften, 1. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ME4500-V: Fortgeschrittene Methoden der Regelungstechnik (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• ME4500-Ü: Fortgeschrittene Methoden der Regelungstechnik (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 55 Stunden Selbststudium</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zustandsraummodelle, Normalformen und deren Eigenschaften</li> <li>• Entwurf von Reglern anhand der Zustandsrückführung und von Beobachtern</li> <li>• Optimale Regelung und Zustandsschätzung</li> <li>• Lineare, parameterabhängige Systeme</li> <li>• Modellprädiktive Regelung</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können Zustandsraummodelle beschreiben und analysieren.</li> <li>• Die Studierenden können Regler mittels Zustandsrückführung entwerfen und synthetisieren.</li> <li>• Die Studierenden können Beobachter und Zustandsrückführungen auf Basis von Zustandsschätzungen entwerfen.</li> <li>• Die Studierenden kennen die Grundzüge des Entwurfs optimaler Regelungen und wissen, wie diese angewendet werden.</li> <li>• Die Studierenden kennen die Klasse der linearen, parameterabhängigen Systeme und kennen die Grundzüge der Reglersynthese für diese Klasse von Systemen.</li> <li>• Die Studierenden verstehen das Konzept der modellprädiktiven Regelung und wissen, wie eine solche Regelungsstrategie implementiert werden kann.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr. Philipp Rostalski</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Medizinische Elektrotechnik</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. Philipp Rostalski</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• J. Lunze: Regelungstechnik 2 - Springer Verlag 2012, ISBN: 3642539432</li> <li>• G.F. Franklin, J. Powell, A. Emami-Naeini: Feedback Control of Dynamic Systems - Global Edition Pearson 2014, ISBN: 1292068906</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Deutsch angeboten</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		
Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:		
- Keine		
Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):		
- Keine		
Modulprüfung(en):		
- ME4500-L1: Fortgeschrittene Methoden der Regelungstechnik, Mündliche Prüfung, 100% der Modulnote		



**CS4138 T - Modulteil: Model Checking (ModelCha14)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Wintersemester	6
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Informatik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Informatik/Elektrotechnik, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS4138-V: Model Checking (Vorlesung, 3 SWS)</li> <li>• CS4138-Ü: Model Checking (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 100 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung</li> <li>• 60 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualitätsaspekte von Softwaresystemen</li> <li>• Analyse- und Verifikationstechniken für Softwaresysteme</li> <li>• Grundlegende Model Checking Techniken</li> <li>• Fortgeschrittene Techniken zum Model Checking</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können Analyse- und Verifikationstechniken beschreiben und vergleichen.</li> <li>• Sie können Spezifikationen von Korrektheits- und Sicherheitseigenschaften erstellen, analysieren und bewerten.</li> <li>• Sie können verschiedene Systemmodelle charakterisieren und Systeme in geeigneten Modellen formal darstellen.</li> <li>• Sie können verschiedene Techniken zum Model Checking von Hard- und Softwaresystemen erläutern sowie geeignete Techniken auswählen und einsetzen.</li> <li>• Sie können den Aufbau von Model Checkern erklären und Model Checker anwenden.</li> <li>• Sie können die Möglichkeiten und Grenzen von Model Checking kritisch beurteilen.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfungsform hängt vom übergeordneten Modul ab</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe Hauptmodul</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Softwaretechnik und Programmiersprachen</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. Martin Leucker</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• C. Baier, J.-P. Katoen: Principles of Model Checking - MIT Press, 2008</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		



(Ist gleich CS4138SJ14)  
(Ist Modulteil von CS4507)

Zulassungsvoraussetzungen zum Modul:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung:

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben während des Semesters

**CS4138-KP06, CS4138SJ14 - Model Checking (ModelChe14)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Wintersemester	6
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Wahlpflicht), IT-Sicherheit Safety und Reliability, 1., 2. oder 3. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2014 (Wahlpflicht), Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Wahlpflicht), Anwendungsfach IT-Sicherheit und Zuverlässigkeit, 1. oder 2. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS4138-V: Model Checking (Vorlesung, 3 SWS)</li> <li>• CS4138-Ü: Model Checking (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 100 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung</li> <li>• 60 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualitätsaspekte von Softwaresystemen</li> <li>• Analyse- und Verifikationstechniken für Softwaresysteme</li> <li>• Grundlegende Model Checking Techniken</li> <li>• Fortgeschrittene Techniken zum Model Checking</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können Analyse- und Verifikationstechniken beschreiben und vergleichen.</li> <li>• Sie können Spezifikationen von Korrektheits- und Sicherheitseigenschaften erstellen, analysieren und bewerten.</li> <li>• Sie können verschiedene Systemmodelle charakterisieren und Systeme in geeigneten Modellen formal darstellen.</li> <li>• Sie können verschiedene Techniken zum Model Checking von Hard- und Softwaresystemen erläutern sowie geeignete Techniken auswählen und einsetzen.</li> <li>• Sie können den Aufbau von Model Checkern erklären und Model Checker anwenden.</li> <li>• Sie können die Möglichkeiten und Grenzen von Model Checking kritisch beurteilen.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr. Martin Leucker</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Softwaretechnik und Programmiersprachen</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. Martin Leucker</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• C. Baier, J.-P. Katoen: Principles of Model Checking - MIT Press, 2008</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		
Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls: - Keine		
Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en): - Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang		
Modulprüfung(en): - CS4138-L1: Model Checking, mündliche Prüfung, 100% der Modulnote		

**CS4139 T - Modulteil: Runtime Verification und Testen (RVTestena)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Sommersemester	6
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Informatik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Informatik/Elektrotechnik, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS4139-V: Runtime Verifikation und Testen (Vorlesung, 3 SWS)</li> <li>• CS4139-Ü: Runtime Verifikation und Testen (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 100 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung</li> <li>• 60 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualitätsaspekte von Softwaresystemen</li> <li>• Analyse- und Verifikationstechniken für Softwaresysteme</li> <li>• Teststufen</li> <li>• Testprozess</li> <li>• Testarten</li> <li>• Testfallgenerierung</li> <li>• Spezifikation von Korrektheitseigenschaften</li> <li>• Synthese von Monitoren zur Überwachung von Softwaresystemen</li> <li>• Diagnose von Fehlern in Softwaresystemen</li> <li>• Realisierung von Überwachungsframeworks</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können Analyse- und Verifikationstechniken beschreiben und vergleichen.</li> <li>• Sie können Spezifikationen von Korrektheits- und Sicherheitseigenschaften erstellen, analysieren und bewerten.</li> <li>• Sie können verschiedene Techniken zum Testen von Hard- und Softwaresystemen erläutern sowie geeignete Techniken auswählen und einsetzen.</li> <li>• Sie können die Funktionsweise von Testfallgenerierungswerkzeugen erklären und ihnen Einsatzgebiete zuordnen.</li> <li>• Sie können Techniken zur Synthese von Monitoren beschreiben und anwenden.</li> <li>• Sie können durch die vermittelten Techniken Software von höherer Qualität entwickeln.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfungsform hängt vom übergeordneten Modul ab</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe Hauptmodul</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Softwaretechnik und Programmiersprachen</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. Martin Leucker</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• G.J. Myers: The Art of Software Testing - John Wiley, 1979</li> <li>• B. Beizer: Software Testing Techniques - Van Nostrand Reinhold, 1999</li> <li>• M. Broy, B. Jonsson, J.-P. Katoen, M. Leucker, A. Pretschner: Model-Based Testing of Reactive Systems - Springer, 2005</li> <li>• A. Bauer, M. Leucker, C. Schallhart: Runtime Verification for LTL and TLTL - ACM TOSEM, 2011</li> <li>• C. Baier, J.-P. Katoen: Principles of Model Checking - MIT Press, 2008</li> <li>• D. Peled: Software Reliability Methods - Springer, 2001</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		



- Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern

**Bemerkungen:**

(Ist gleich CS4139)

(Ist Modulteil von CS4507)

Zulassungsvoraussetzungen zum Modul:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung:

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben während des Semesters

**CS4139-KP06, CS4139 - Runtime Verification und Testen (RVTesten)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Sommersemester	6
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medieninformatik 2020 (Wahlpflicht), Informatik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Wahlpflicht), IT-Sicherheit Safety und Reliability, 1., 2. oder 3. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2014 (Wahlpflicht), Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medieninformatik 2014 (Wahlpflicht), Informatik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Wahlpflicht), Anwendungsfach IT-Sicherheit und Zuverlässigkeit, 1. oder 2. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS4139-V: Runtime Verifikation und Testen (Vorlesung, 3 SWS)</li> <li>• CS4139-Ü: Runtime Verifikation und Testen (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 100 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung</li> <li>• 60 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualitätsaspekte von Softwaresystemen</li> <li>• Analyse- und Verifikationstechniken für Softwaresysteme</li> <li>• Teststufen</li> <li>• Testprozess</li> <li>• Testarten</li> <li>• Testfallgenerierung</li> <li>• Spezifikation von Korrektheitseigenschaften</li> <li>• Synthese von Monitoren zur Überwachung von Softwaresystemen</li> <li>• Diagnose von Fehlern in Softwaresystemen</li> <li>• Realisierung von Überwachungsframeworks</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können Analyse- und Verifikationstechniken beschreiben und vergleichen.</li> <li>• Sie können Spezifikationen von Korrektheits- und Sicherheitseigenschaften erstellen, analysieren und bewerten.</li> <li>• Sie können verschiedene Techniken zum Testen von Hard- und Softwaresystemen erläutern sowie geeignete Techniken auswählen und einsetzen.</li> <li>• Sie können die Funktionsweise von Testfallgenerierungswerkzeugen erklären und ihnen Einsatzgebiete zuordnen.</li> <li>• Sie können Techniken zur Synthese von Monitoren beschreiben und anwenden.</li> <li>• Sie können durch die vermittelten Techniken Software von höherer Qualität entwickeln.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr. Martin Leucker</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Softwaretechnik und Programmiersprachen</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. Martin Leucker</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• G.J. Myers: The Art of Software Testing - John Wiley, 1979</li> <li>• B. Beizer: Software Testing Techniques - Van Nostrand Reinhold, 1999</li> <li>• M. Broy, B. Jonsson, J.-P. Katoen, M. Leucker, A. Pretschner: Model-Based Testing of Reactive Systems - Springer, 2005</li> <li>• A. Bauer, M. Leucker, C. Schallhart: Runtime Verification for LTL and TLTL - ACM TOSEM, 2011</li> <li>• C. Baier, J.-P. Katoen: Principles of Model Checking - MIT Press, 2008</li> <li>• D. Peled: Software Reliability Methods - Springer, 2001</li> </ul>		



**Sprache:**

- Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern

**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- CS4139-L1: Runtime Verification und Testen, mündliche Prüfung, 100% der Modulnote

**CS4151-KP04, CS4151 - Systemarchitekturen für verteilte Anwendungen (SVA)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Sommersemester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medieninformatik 2020 (Wahl), Informatik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2019 (Wahlpflicht), eHealth / Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2014 (Wahlpflicht), eHealth / Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medieninformatik 2014 (Wahlpflicht), Informatik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2012 (Wahlpflicht), Vertiefungsblock Verteilte Informationssysteme, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2012 (Wahlpflicht), Vertiefungsblock Parallele und Verteilte Systemarchitekturen, 2. oder 3. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2012 (Pflicht), Schwerpunktfach Software Systems Engineering, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2012 (Pflicht), Vertiefungsblock Enterprise IT, 2. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS4151-V: Systemarchitekturen für verteilte Anwendungen (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• CS4151-Ü: Systemarchitekturen für verteilte Anwendungen (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 45 Stunden Selbststudium</li> <li>• 30 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motivation</li> <li>• Softwarearchitekturen</li> <li>• Grundlagen: HTTP, XML &amp; Co</li> <li>• N-Tier-Anwendungen</li> <li>• Service-Oriented und Event-Driven Architectures (SOA und EDA)</li> <li>• Web-Orientierte Architekturen (Web 2.0)</li> <li>• Overlay-Netze</li> <li>• Peer-to-Peer</li> <li>• Grid und Cloud Computing</li> <li>• Internet der Dinge</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können die wichtigsten Architekturen für verteilte Anwendungen benennen, erklären und miteinander vergleichen.</li> <li>• Sie kennen die wichtigsten Implementierungsplattformen für jede Architektur und wissen im Wesentlichen, wie diese zu benutzen sind.</li> <li>• Sie können für eine gegebene Problemstellung analysieren, welche Architektur am besten dafür geeignet ist, und sie können einen Umsetzungsplan entwerfen.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mündliche Prüfung</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr.-Ing Horst Hellbrück</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Institut für Telematik</li> <li>• Prof. Dr.-Ing Horst Hellbrück</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• J. Dunkel, A. Eberhart, S. Fischer, C. Kleiner, A. Koschel: Systemarchitekturen für verteilte Anwendungen - Hanser-Verlag 2008</li> <li>• I. Melzer et.al.: Service-Orientierte Architekturen mit Web Services - Spektrum-Verlag 2010</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Deutsch angeboten</li> </ul>		



**Bemerkungen:**

veralteter Name: Systemarchitekturen verteilter Anwendungen

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- CS4151-L1 Systemarchitekturen für verteilte Anwendungen, mündliche Prüfung, 100% der Modulnote

**CS4160-KP06, CS4160SJ14 - Echtzeitsysteme (Echtzeit14)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Sommersemester	6
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Vertiefungsmodul), fachspezifisch, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medieninformatik 2020 (Wahlpflicht), Informatik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2019 (Basismodul), Technische Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2019 (Wahlpflicht), Technische Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Basismodul), Technische Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2014 (Basismodul), Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medieninformatik 2014 (Wahlpflicht), Informatik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Basismodul), fachspezifisch, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Basismodul), Technische Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS4160-V: Echtzeitsysteme (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• CS4160-Ü: Echtzeitsysteme (Übung, 2 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 100 Stunden Selbststudium</li> <li>• 60 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Echtzeitverarbeitung (Definitionen, Anforderungen)</li> <li>• Prozessautomatisierungssysteme</li> <li>• Echtzeit-Programmierung</li> <li>• Prozessanbindung und Vernetzung</li> <li>• Modellierung ereignisdiskreter Systeme (Automaten, State Charts)</li> <li>• Modellierung kontinuierliche Systeme (Differentialgleichungen, Laplace-Transformation)</li> <li>• Einsatz von Entwurfswerkzeugen (Matlab/Simulink, Stateflow)</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, die Problematik der Echtzeitverarbeitung zu beschreiben.</li> <li>• Sie sind in der Lage, echtzeitfähige Rechnersysteme in der Prozessautomatisierung (insbesondere SPS) zu erklären.</li> <li>• Sie sind in der Lage, Echtzeitsysteme in den IEC-Sprachen zu programmieren.</li> <li>• Sie sind in der Lage, Prozessschnittstellen und echtzeitfähige Bussysteme zu erläutern.</li> <li>• Sie sind in der Lage, ereignisdiskrete Systeme, insbesondere Prozesssteuerungssysteme, zu modellieren, zu analysieren und zu implementieren.</li> <li>• Sie sind in der Lage, kontinuierliche Systeme, insbesondere grundlegende Regelungssysteme, zu modellieren, zu analysieren und zu implementieren.</li> <li>• Sie sind in der Lage, Entwurfswerkzeuge für Echtzeitsysteme einzusetzen.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr.-Ing. Mladen Berekovic</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Institut für Technische Informatik</li> <li>• Prof. Dr.-Ing. Mladen Berekovic</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• R. C. Dorf, R. H. Bishop: Modern Control Systems - Prentice Hall 2010</li> <li>• L. Litz: Grundlagen der Automatisierungstechnik - Oldenbourg 2012</li> <li>• M. Seitz: Speicherprogrammierbare Steuerungen - Fachbuchverlag Leipzig 2012</li> <li>• H. Wörn, U. Brinkschulte: Echtzeitsysteme - Berlin: Springer 2005</li> </ul>		

- S. Zacher, M. Reuter: Regelungstechnik für Ingenieure - Springer-Vieweg 2014

**Sprache:**

- Wird nur auf Englisch angeboten

**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungen gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- CS4160-L1: Echtzeitsysteme, Klausur, 90min, 100% der Modulnote

**CS4220 T - Modulteil: Mustererkennung (MEa)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Wird nicht mehr angeboten	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Informatik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Vertiefung, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Informatik/Elektrotechnik, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Anwendungsfach Robotik und Automation, Beliebige Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS4220-V: Mustererkennung (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• CS4220-Ü: Mustererkennung (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 55 Stunden Selbststudium</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Wahrscheinlichkeitstheorie</li> <li>• Grundlagen der Merkmalsextraktion und Mustererkennung</li> <li>• Bayes'sche Entscheidungstheorie</li> <li>• Diskriminanzfunktionen</li> <li>• Neyman-Pearson-Test</li> <li>• Receiver Operating Characteristic</li> <li>• Parametrische und nichtparametrische Dichteschätzung</li> <li>• kNN-Klassifikator</li> <li>• Lineare Klassifikatoren</li> <li>• Support-vector-machines und kernel trick</li> <li>• Random Forest</li> <li>• Neuronale Netze</li> <li>• Merkmalsreduktion und -transformation</li> <li>• Bewertung von Klassifikatoren durch Kreuzvalidierung</li> <li>• Ausgewählte Anwendungsszenarien: Akustische Szenenklassifikation für die Steuerung von Hörgeräte-Algorithmen, akustische Ereigniserkennung, Aufmerksamkeitserkennung auf EEG-Basis, Sprecher- und Emotionserkennung</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können die Grundlagen von Merkmalsextraktion und Klassifikation erklären.</li> <li>• Sie können die Grundlagen statistischer Modellierung darstellen.</li> <li>• Sie können Merkmalsextraktions-, Merkmalsreduktions- und Entscheidungsverfahren in der Praxis anwenden.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfungsform hängt vom übergeordneten Modul ab</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Alfred Mertins</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Signalverarbeitung</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Alfred Mertins</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• R. O. Duda, P. E. Hart, D. G. Stork: Pattern Classification - New York: Wiley</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Deutsch angeboten</li> </ul>		

**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zum Modul:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung:

- Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben während des Semesters (mind. 50% der erreichbaren Punkte).

Modulprüfung:

- CS4220-L1: Mustererkennung, Klausur, 90 Min, 100% der Modulnote

(Ist Modulteil von CS4510, CS4290)

Ist ersetzt durch CS5260SJ14T Modulteil: Sprach- und Audiosignalverarbeitung.

**CS4250-KP04, CS4250 - Computer Vision (CompVision)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Sommersemester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Informatik, 2. oder 3. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medieninformatik 2020 (Wahlpflicht), Informatik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Biomedical Engineering (Wahlpflicht), Vertiefung, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Informatik, 2. oder 3. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medieninformatik 2014 (Wahlpflicht), Informatik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2012 (Wahlpflicht), Vertiefungsblock Bildgebende Systeme, 2. oder 3. Fachsemester</li> <li>• Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2010 (Pflicht), MML/Bildgebung, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2011 (Vertiefung), Bildgebende Systeme, Signal- und Bildverarbeitung, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2012 (Wahlpflicht), Vertiefungsblock Signal- und Bildverarbeitung, 2. oder 3. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2012 (Pflicht), Anwendungsfach Robotik und Automation, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2012 (Pflicht), Anwendungsfach Bioinformatik, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2012 (Wahlpflicht), Vertiefungsblock Intelligente Eingebettete Systeme, 2. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS4250-V: Computer Vision (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• CS4250-Ü: Computer Vision (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 55 Stunden Selbststudium</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in das biologische und künstliche Sehen</li> <li>• Sensoren, Kameras und optische Abbildungen</li> <li>• Bildmerkmale: Kanten, intrinsische Dimension, Hough-Transformierte, Fourier-Deskriptoren, Snakes</li> <li>• Tiefensehen, 3D-Kameras</li> <li>• Bewegungsschätzung und optischer Fluss</li> <li>• Objekterkennung</li> <li>• Beispielanwendungen</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende können die Grundlagen des künstlichen Sehens verstehen.</li> <li>• Sie können die Auswahl und Kalibrierung von Kamerasystemen erklären und durchführen.</li> <li>• Sie können die wichtigsten Methoden zur Merkmalsextraktion, Bewegungsschätzung, und Objekterkennung erklären und umsetzen.</li> <li>• Sie können für unterschiedliche Probleme des künstlichen Sehens beispielhafte Lösungsansätze angeben.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mündliche Prüfung</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr.-Ing. Erhardt Barth</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Institut für Neuro- und Bioinformatik</li> <li>• Prof. Dr.-Ing. Erhardt Barth</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Richard Szeliski: Computer Vision: Algorithms and Applications - Springer, Boston, 2011</li> <li>• David Forsyth and Jean Ponce: Computer Vision: A Modern Approach - Prentice Hall, 2003</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		

- Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern

**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Regelmäßige Teilnahme an den Übungen gemäß Vorgabe am Semesteranfang
- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungszetteln gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- CS4250-L1: Computer Vision, mündliche Prüfung, 100% der Modulnote

Ist identisch zu Modul XM2330 der Fachhochschule Lübeck

**CS4270-KP04, CS4270 - Medizinische Robotik (MedRob)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Sommersemester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Biomedical Engineering (Wahlpflicht), Fächerübergreifende Module, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2012 (Wahlpflicht), Vertiefungsblock Bildgebende Systeme, 2. oder 3. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2012 (Wahlpflicht), Vertiefungsblock Signal- und Bildverarbeitung, 2. oder 3. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2011 (Vertiefung), Bildgebende Systeme, Signal- und Bildverarbeitung, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2012 (Pflicht), Anwendungsfach Robotik und Automation, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2012 (Wahlpflicht), Anwendungsfach Medizinische Informatik, 2. oder 3. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS4270-V: Medizinische Robotik (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• CS4270-Ü: Medizinische Robotik (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 55 Stunden Selbststudium</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende können die Konzepte Vorwärts- und Rückwärtsrechnung anhand der Beispiele 3-Achs-Roboter und 6-Achs Roboter erklären.</li> <li>• Sie können Methoden der medizinischen Robotik auf einfache praktischen Anwendungen übertragen.</li> <li>• Sie können Methoden des Bewegungslernens auf einfache praktische Anwendungen übertragen.</li> <li>• Sie können Muster für dynamische Berechnungen modifizieren, um eigene Konstruktionen zu berechnen.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mündliche Prüfung</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Floris Ernst</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Robotik und Kognitive Systeme</a></li> <li>• Dr.-Ing. Jonas Osburg</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• J.-C. Latombe: Robot Motion Planning - Dordrecht: Kluwer 1990</li> <li>• J.J. Craig: Introduction to Robotics - Pearson Prentice Hall 2002</li> <li>• : Vorlesungsskript (400 Seiten Volltext)</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Englisch angeboten</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		
Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:		
- Keine		
Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):		
- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungen gemäß Vorgabe am Semesteranfang		
Modulprüfung(en):		
- CS4270-L1: Medizinische Robotik, Klausur, 90min, 100% der Modulnote		

**CS4331 T - Modulteil: Bildanalyse und Visualisierung in Diagnostik und Therapie (BAVIS\_T)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Wird nicht mehr angeboten	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Informatik/Elektrotechnik, Beliebiges Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Informatik/Elektrotechnik, 2. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS4330-V: Bildanalyse und Visualisierung in Diagnostik und Therapie (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• CS4330-Ü: Bildanalyse und Visualisierung in Diagnostik und Therapie (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 55 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Methoden und Algorithmen zur Analyse und Visualisierung medizinischer Bilddaten unter Einbeziehung aktueller Forschungsarbeiten im Bereich der Medizinischen Bildverarbeitung. Im Einzelnen werden folgende Methoden und Algorithmen vorgestellt:</li> <li>• Datengetriebene Segmentierung multispektraler Bilddaten</li> <li>• Random Decision Forests für die Segmentierung medizinischer Bilddaten</li> <li>• Convolutional Neural Networks und Deep Learning in der medizinischen Bildverarbeitung</li> <li>• Live-Wire-Segmentierung</li> <li>• Segmentierung mit aktiven Konturmodellen und deformierbaren Modellen</li> <li>• Level-Set-Segmentierung</li> <li>• Statistische Formmodelle</li> <li>• Grundlagen der Bildregistrierung</li> <li>• Atlasbasierte Segmentierung und Multi-Atlas-Segmentierung mittels nicht-linearer Registrierung</li> <li>• Visualisierungstechniken in der Medizin</li> <li>• Direktes Volumenrendering</li> <li>• Indirektes Volumenrendering, Ray Tracing, Ray Casting</li> <li>• Haptische 3D-Interaktionen in virtuellen Körpern</li> <li>• Virtual Reality Techniken mit medizinischen Beispielanwendungen</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können fortgeschrittene Verfahren zur medizinischen Bildanalyse und Visualisierung einordnen, erläutern, anhand ihrer Eigenschaften charakterisieren und problemspezifisch für eine konkrete Anwendung auswählen.</li> <li>• Sie sind in der Lage, fortgeschrittene Methoden der Clusteranalyse und Klassifikation insb. mit Support Vector Machines und Random Decision Forests zu erklären und anhand ihrer Eigenschaften zu charakterisieren.</li> <li>• Sie kennen verschiedene Ansätze zur modellbasierten Segmentierung, können die hier gemachten unterschiedlichen Modellannahmen beschreiben und sind in der Lage, die hier verwendeten Optimierungsstrategien und -algorithmen zu erläutern.</li> <li>• Sie sind befähigt, die Eigenschaften verschiedener nicht-linearer Bildregistrierungsmethoden einzuschätzen und für ein konkretes Registrierungsproblem Ähnlichkeitsmaße und Regularisierungsterme problemspezifisch auszuwählen und zu parametrisieren.</li> <li>• Sie kennen Methoden der Multi-Atlas-Segmentierung und können die Eigenschaften verschiedener Label-Fusionsansätze erläutern und beispielhaft anwenden.</li> <li>• Sie können verschiedene medizinische Visualisierungstechniken unterscheiden, anhand ihrer spezifischen Vor- und Nachteile einordnen und in Abhängigkeit von einem konkreten Anwendungsproblem sinnvoll auswählen und anwenden.</li> <li>• Sie können verschiedene haptische Interaktionstechniken erläutern und können verschiedene Systeme zur VR-Simulation in der Medizin einordnen.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten</li> </ul>		
<b>Setzt voraus:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modulteil: Medizinische Bildverarbeitung (CS3310 T)</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe Hauptmodul</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		

- Institut für Medizinische Informatik
- Prof. Dr. rer. nat. habil. Heinz Handels

**Literatur:**

- H. Handels: Medizinische Bildverarbeitung - 2. Auflage, Vieweg u. Teubner 2009
- T. Lehmann: Handbuch der Medizinischen Informatik - München: Hanser 2005
- M. Sonka, V. Hlavac, R. Boyle: Image Processing, Analysis and Machine Vision - 2nd edition. Pacific Grove: PWS Publishing 1998
- B. Preim, D. Bartz: Visualization in Medicine - Elsevier, 2007

**Sprache:**

- Wird nur auf Deutsch angeboten

**Bemerkungen:**

Dieses Teilmodul wird nicht mehr angeboten und durch das neue Teilmodul "CS4332 T Modell- und KI-basierte Bildverarbeitung in der Medizin" ersetzt.

Zulassungsvoraussetzungen zum Modul:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung:

- Prüfungsvorleistungen können zu Beginn des Semesters festgelegt werden. Sind Vorleistungen definiert, müssen diese vor der Erstprüfung erbracht und positiv bewertet worden sein.

(Ist ähnlich CS4331SJ14)

(Ist Modulteil von CS4380)

**CS4332 T - Modulteil: Modell- und KI-basierte Bildverarbeitung in der Medizin (MoKiBi\_T)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Sommersemester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Informatik/Elektrotechnik, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Informatik/Elektrotechnik, Beliebiges Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS4332-V: Modell- und KI-basierte Bildverarbeitung in der Medizin (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• CS4332-Ü: Modell- und KI-basierte Bildverarbeitung in der Medizin (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 55 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Methoden und Algorithmen zur Analyse und Visualisierung medizinischer Bilddaten unter Einbeziehung aktueller Forschungsarbeiten im Bereich der Medizinischen Bildverarbeitung. Im Einzelnen werden folgende Methoden und Algorithmen vorgestellt:</li> <li>• Grundlagen Neuronaler Netze in der medizinischen Bildverarbeitung</li> <li>• Convolutional Neural Networks und Deep Learning in der medizinischen Bildverarbeitung</li> <li>• U-Nets für die Bildsegmentierung</li> <li>• Autoencoder und Generative Adversarial Networks in der medizinischen Bildverarbeitung</li> <li>• Techniken zur Datenaugmentierung</li> <li>• Random Decision Forests für die Segmentierung medizinischer Bilddaten</li> <li>• Statistische Formmodelle: Generierung und Anwendung für die Bildsegmentierung</li> <li>• ROI-basierte Segmentierung und Clusteranalyse für die Segmentierung multispektraler Bilddaten</li> <li>• Live-Wire-Segmentierung</li> <li>• Segmentierung mit aktiven Konturmodellen und deformierbaren Modellen</li> <li>• Nicht-lineare Bildregistrierung</li> <li>• Atlasbasierte Segmentierung und Multi-Atlas-Segmentierung mittels nicht-linearer Registrierung</li> <li>• 3D-Visualisierung medizinischer Bilddaten</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können fortgeschrittene Verfahren zur medizinischen Bildanalyse einordnen, erläutern, anhand ihrer Eigenschaften charakterisieren und problemspezifisch für eine konkrete Anwendung auswählen.</li> <li>• Sie sind in der Lage, fortgeschrittene Methoden der Clusteranalyse und Klassifikation insb. mit Convolutional Neural Networks und Random Decision Forests zu erklären und anhand ihrer Eigenschaften zu charakterisieren.</li> <li>• Sie können die Konzeption neuronaler Netzwerkarchitekturen von U-Nets, GANs oder Autoencoder detailliert erläutern. Sie können die Konzeption neuronaler Netzwerkarchitekturen von U-Nets, GANs oder Autoencoder detailliert erläutern.</li> <li>• Sie kennen Voraussetzungen, Probleme und Grenzen sowie Augmentierungs-techniken für den Einsatz neuronaler Netze in der med. Bildverarbeitung.</li> <li>• Sie kennen verschiedene Ansätze zur modellbasierten Segmentierung, können die hier gemachten unterschiedlichen Modellannahmen beschreiben und sind in der Lage, die hier verwendeten Optimierungsstrategien und -algorithmen zu erläutern.</li> <li>• Sie sind befähigt, die Eigenschaften verschiedener nicht-linearer Bildregistrierungsmethoden einzuschätzen und für ein konkretes Registrierungsproblem Ähnlichkeitsmaße und Regularisierungsterme problemspezifisch auszuwählen und zu parametrisieren.</li> <li>• Sie kennen Methoden der Multi-Atlas-Segmentierung und können die Eigenschaften verschiedener Label-Fusionsansätze erläutern und beispielhaft anwenden.</li> <li>• Sie können verschiedene medizinische Visualisierungstechniken unterscheiden, anhand ihrer spezifischen Vor- und Nachteile einordnen und in Abhängigkeit von einem konkreten Anwendungsproblem sinnvoll auswählen und anwenden.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten</li> </ul>		
<b>Setzt voraus:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medizinische Bildverarbeitung (CS3310-KP04)</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe Hauptmodul</li> </ul>		

**Lehrende:**

- [Institut für Medizinische Informatik](#)
- [Prof. Dr. rer. nat. habil. Heinz Handels](#)

**Literatur:**

- H. Handels: Medizinische Bildverarbeitung - 2. Auflage, Vieweg u. Teubner 2009
- T. Lehmann: Handbuch der Medizinischen Informatik - München: Hanser 2005
- M. Sonka, V. Hlavac, R. Boyle: Image Processing, Analysis and Machine - Elsevier, 2007
- B. Preim, C. Botha: Visual Computing for Medicine - 2nd Edition, Elsevier, 2013

**Sprache:**

- Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig

**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine (die Kompetenzen der unter "Setzt voraus" genannten Module werden für dieses Modul benötigt, sind aber keine formale Voraussetzung)

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungszetteln gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- CS4332-L1 Modell- und KI-basierte Bildverarbeitung in der Medizin, Klausur, 90min, 100% der Teilmodulnote

Dieses Modulteil ersetzt die ausgelaufenen Modulteile CS4330 T und CS4331 T "Bildanalyse und Visualisierung in Diagnostik und Therapie".

(Ist ähnlich CS4332-KP04)

(Ist Modulteil von CS4380)

**CS4371 T - Modulteil: Fortgeschrittene Verfahren der Medizinischen Bildverarbeitung (FVMBT)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Wintersemester	8
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Informatik/Elektrotechnik, Beliebiges Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Informatik/Elektrotechnik, 1. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS4371-V: Fortgeschrittene Verfahren der Med. Bildverarbeitung (Vorlesung, 3 SWS)</li> <li>• CS4371-Ü: Fortgeschrittene Verfahren der Med. Bildverarbeitung (Übung, 2 SWS)</li> <li>• CS4371-P: Fortgeschrittene Verfahren der Med. Bildverarbeitung (Praktikum, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 90 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 60 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung</li> <li>• 60 Stunden Selbststudium</li> <li>• 30 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendungen von Bildverarbeitungsmethoden in der Medizin</li> <li>• Superauflösungsverfahren</li> <li>• Rauschunterdrückung und Inhomogenitätskorrektur</li> <li>• Lineare und nicht-lineare Dimensionsreduktion</li> <li>• Patch-basierte Bildverarbeitung und Non-local Means</li> <li>• Fusion von Bildsegmentierungen (NLM und STAPLE)</li> <li>• Random-Walk Algorithmus für interaktive Segmentierung</li> <li>• Nicht-lineare Registrierung und Bewegungsschätzung (optischer Fluss)</li> <li>• Ähnlichkeitsmaße für multi-modale Fusion</li> <li>• Einführung in diskrete graphenbasierte Optimierung</li> <li>• Viterbi-Algorithmus und Message Passing für Stereoberechnung</li> <li>• Graph-Cut Segmentierung und weitere Anwendungen</li> <li>• Extraktion von Bildmerkmalen und Deskriptoren</li> <li>• Korrespondenzfindung mit Landmarken</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende kennen die grundlegenden Verfahren zur Segmentierung, Registrierung und Verarbeitung medizinischer Bilder.</li> <li>• Sie können Methoden mit fachgerechten Begriffen beschreiben.</li> <li>• Sie können Verfahren der Bildverarbeitung als Minimierung einer Energiegleichung beschreiben.</li> <li>• Sie können hierfür ein dünnbesetztes Gleichungssystem aufstellen.</li> <li>• Sie können methodische Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen Anwendungen und Verfahren herstellen.</li> <li>• Sie verstehen die Überführung von kontinuierlichen Problemen in diskrete Optimierungsaufgaben.</li> <li>• Sie können Lösungsverfahren der diskreten Optimierung nachvollziehen.</li> <li>• Sie können mathematische Konzepte in praktische Anwendungen der medizinischen Bildverarbeitung umsetzen.</li> <li>• Sie können praktische Problemstellungen in C++ implementieren.</li> <li>• Sie können verschiedene Methoden und Algorithmen gegeneinander vergleichen und anwendungsbezogen auswählen.</li> <li>• Sie kennen moderne Anwendungsbereiche der medizinischen Bildverarbeitung in der Praxis.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mündliche Prüfung</li> </ul>		
<b>Setzt voraus:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modulteil: Medizinische Bildverarbeitung (CS3310 T)</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe Hauptmodul</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Medizinische Informatik</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. Mattias Heinrich</a></li> </ul>		

**Literatur:**

- M. Sonka, V. Hlavac, R. Boyle: Image Processing, Analysis and Machine Vision - 2nd edition. Pacific Grove: PWS Publishing 1998

**Sprache:**

- Wird nur auf Deutsch angeboten

**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine (die Kompetenzen der unter "Setzt voraus" genannten Module werden für dieses Modul benötigt, sind aber keine formale Voraussetzung)

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungszetteln und Programmieraufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- CS4371-L1: Fortgeschrittene Verfahren der Medizinischen Bildverarbeitung, mündliche Prüfung

Dieses Teilmodul ersetzt das gleichnamige Teilmodul CS4370 T, das nicht mehr angeboten wird.

(Ist Teilmodul von CS4380, RO5100-KP12)

**CS4374-KP06 - Medical Deep Learning (MDL)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Sommersemester	6
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2014 (Wahlpflicht), Medizinische Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2019 (Vertiefungsmodul), Medizinische Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS4374-V: Medical Deep Learning (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• CS4374-Ü: Medical Deep Learning (Übung, 2 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 80 Stunden Selbststudium</li> <li>• 60 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 40 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gesundheitsversorgung für Herzerkrankungen:</li> <li>• EKG-Signalanalyse zur Arrhythmieerkennung oder Schlafapnoe und für mobile Low-Cost-Geräte</li> <li>• MRT-Sequenzanalyse zur anatomischen Segmentierung und zeitlichen Modellierung</li> <li>• Multimodales Retrieval klinischer Fälle und Vorhersage:</li> <li>• Pathologie und semantische Bilderfassung und -lokalisierung</li> <li>• Analyse von Text / natürlicher Sprache (Radiologieberichte / Studienartikel) für multimodales Data Mining in Electronic Health Records (EHR)</li> <li>• Computergestützte Erkennung und Klassifizierung von Krankheiten:</li> <li>• CT Lungenknotenerkennung für die Krebsvorsorge mit Transferlernen</li> <li>• Schwach überwachte Anomalieerkennung und Biomarkererkennung</li> <li>• Interpretierbare und zuverlässige Deep Learning Systeme</li> <li>• Menschliche Interaktion und Korrektur innerhalb von Deep-Learning-Modellen</li> <li>• Visualisierung von Unsicherheiten und intern erlernten Darstellungen</li> <li>• Deep Learning Konzepte, Architekturen und Hardware</li> <li>• Faltungsnetzwerke, Residuales Lernen, Tiefe Netzwerke</li> <li>• Verlustfunktionen, Ableitungen, stochastische Optimierung</li> <li>• Azyklische Graphennetzwerke, generative adversariale Netzwerke</li> <li>• Cloud Computing, GPUs, Low Precision Computing, DL-Frameworks.</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die Bedeutung von Datensicherheit, Patientenanonymisierung und Ethik für klinische Studien mit sensiblen Daten.</li> <li>• Sie kennen Methoden und Werkzeuge zum Sammeln, Vorverarbeiten, Speichern und Annotieren großer Datensätze für das tiefe Lernen aus medizinischen Daten.</li> <li>• Sie haben ein gutes Verständnis für tiefe / faltungsneuronale Netzwerke für die allgemeine Datenverarbeitung (Signale / Text / Bilder), ihren Lernprozess und die Bewertung ihrer Qualität für neue Daten.</li> <li>• Sie verstehen die Prinzipien von schwach überwachtem Lernen, Transferlernen, Konzeptfindung und generativen adversarialen Netzwerken.</li> <li>• Sie wissen, wie man erlernte Merkmalsdarstellungen für die Interpretation und Visualisieren von hochdimensionalen abstrakten Daten untersucht.</li> <li>• Sie können moderne Netzwerkarchitekturen in DL-Frameworks implementieren und diese an gegebene Probleme in der Medizin anpassen und erweitern.</li> <li>• Sie haben einen breiten Überblick über aktuelle Anwendungen des tiefen Lernens in der Medizin in Forschung und klinischer Praxis und können ihr Wissen auf zukünftige Themen übertragen.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mündliche Prüfung</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr. Mattias Heinrich</li> </ul>		

**Lehrende:**

- [Institut für Medizinische Informatik](#)
- [Prof. Dr. Mattias Heinrich](#)

**Literatur:**

- Ian Goodfellow, Yoshua Bengio und Aaron Courville: Deep Learning - The MIT Press

**Sprache:**

- Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern

**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungszetteln und Programmieraufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- CS4374-L1 Medical Deep Learning, mündliche Prüfung

**CS4380-KP12, CS4380 - Medizinische Bildverarbeitung für MIW (VertMBV)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
2 Semester	Jedes Wintersemester	12
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Vertiefungsmodul), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Vertiefungsmodul), Informatik/Elektrotechnik, 1. und 2. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe CS4332 T: Modell- und KI-basierte Bildverarbeitung in der Medizin (Veranstaltung, 3 SWS)</li> <li>• Siehe CS4371 T: Fortgeschrittene Verfahren der Medizinischen Bildverarbeitung (Veranstaltung, 6 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 360 Stunden (siehe Moduleile)</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• siehe Beschreibung der Moduleile</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• siehe Beschreibung der Moduleile</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr. rer. nat. habil. Heinz Handels</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Institut für Medizinische Informatik</li> <li>• Prof. Dr. rer. nat. habil. Heinz Handels</li> <li>• Prof. Dr. Mattias Heinrich</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• siehe Literatur der Moduleile:</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Deutsch angeboten</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		
<p>Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Keine</li> </ul>		
<p>Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungszetteln gemäß Vorgabe am Semesteranfang</li> </ul>		
<p>Modulprüfung(en):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- CS4332-L1 Modell- und KI-basierte Bildverarbeitung in der Medizin, Klausur, 90min, 33.4% der Modulnote</li> <li>- CS4371-L1 Fortgeschrittene Verfahren der Medizinischen Bildverarbeitung, Klausur, 90min, 66.6% der Modulnote</li> </ul>		
<p>Dieses Modul bestand früher aus den gleichnamigen Teilmodulen CS4330T bzw. CS4331T und CS4370T, die in dieser Form nicht mehr angeboten werden.</p>		
<p>(Besteht aus CS4332 T, CS4371 T)</p>		

**CS4405 T - Modulteil: Neuroinformatik (NeuroInfA)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Sommersemester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Biophysik 2023 (Modulteil eines Wahlmoduls), Vertiefung, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Vertiefung, 2. Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Informatik/Elektrotechnik, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS4405-V: Neuroinformatik (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• CS4405-Ü: Neuroinformatik (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 55 Stunden Selbststudium</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick über das Gehirn, Neurone und (abstrakte) Neuronenmodelle</li> <li>• Lernen mit einem Neuron:* Perzeptrons* Max-Margin-Klassifikation* LDA und logistische Regression</li> <li>• Netzwerkarchitekturen:* Hopfield-Netze* Multilayer-Perzeptrons* Deep Learning</li> <li>• Methoden des unüberwachten Lernens:* k-means, Neural Gas und SOMs* PCA &amp; ICA* Sparse Coding</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verstehen die grundsätzliche Funktionsweise eines Neurons und des Gehirns.</li> <li>• Sie kennen abstrakte Neuronenmodelle und können für die unterschiedlichen Ansätze Einsatzgebiete benennen.</li> <li>• Sie können die grundlegenden mathematischen Techniken anwenden, um Lernregeln aus einer gegebenen Fehlerfunktion abzuleiten.</li> <li>• Sie können die vorgestellten Lernregeln und Lernverfahren anwenden und teilweise auch implementieren, um gegebene praktische Probleme zu lösen.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfungsform hängt vom übergeordneten Modul ab</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe Hauptmodul</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Neuro- und Bioinformatik</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Thomas Martinetz</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• S. Haykin: Neural Networks - London: Prentice Hall, 1999</li> <li>• J. Hertz, A. Krogh, R. Palmer: Introduction to the Theory of Neural Computation - Addison Wesley, 1991</li> <li>• T. Kohonen: Self-Organizing Maps - Berlin: Springer, 1995</li> <li>• H. Ritter, T. Martinetz, K. Schulten: Neuronale Netze: Eine Einführung in die Neuroinformatik selbstorganisierender Netzwerke - Bonn: Addison Wesley, 1991</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Deutsch angeboten</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		



Prüfungsvorleistungen können zu Beginn des Semesters festgelegt werden. Sind Vorleistungen definiert, müssen diese vor der Erstprüfung erbracht und positiv bewertet worden sein.

(Ist Modulteil von CS4410, CS4511)

(Ist gleich CS4405)

Zulassungsvoraussetzungen zum Modul:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung:

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben während des Semesters

**CS4405-KP04, CS4405 - Neuroinformatik (NeuroInf)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Sommersemester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Pflicht), Informatik, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Hörakustik und Audiologische Technik 2022 (Wahlpflicht), Hörakustik und Audiologische Technik, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Hörakustik und Audiologische Technik 2017 (Wahlpflicht), Hörakustik und Audiologische Technik, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, Beliebiges Fachsemester</li> <li>• Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Pflicht), Informatik, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, Beliebiges Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2011 (Wahlpflicht), Mathematik, 2. Fachsemester</li> <li>• Bachelor Medizinische Ingenieurwissenschaft 2011 (Wahlpflicht), Wahlpflicht in MIW, 6. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2012 (Wahlpflicht), Vertiefungsblock Organic Computing, 2. oder 3. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2011 (Vertiefung), Bildgebende Systeme, Signal- und Bildverarbeitung, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2012 (Wahlpflicht), Vertiefungsblock Intelligente Eingebettete Systeme, 2. oder 3. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2012 (Pflicht), Anwendungsfach Robotik und Automation, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2012 (Pflicht), Anwendungsfach Bioinformatik, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2010 (Pflicht), Informatik, 2. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS4405-V: Neuroinformatik (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• CS4405-Ü: Neuroinformatik (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 55 Stunden Selbststudium</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick über das Gehirn, Neurone und (abstrakte) Neuronenmodelle</li> <li>• Lernen mit einem Neuron:* Perzeptrons* Max-Margin-Klassifikation* LDA und logistische Regression</li> <li>• Netzwerkarchitekturen:* Hopfield-Netze* Multilayer-Perzeptrons* Deep Learning</li> <li>• Methoden des unüberwachten Lernens:* k-means, Neural Gas und SOMs* PCA &amp; ICA* Sparse Coding</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verstehen die grundsätzliche Funktionsweise eines Neurons und des Gehirns.</li> <li>• Sie kennen abstrakte Neuronenmodelle und können für die unterschiedlichen Ansätze Einsatzgebiete benennen.</li> <li>• Sie können die grundlegenden mathematischen Techniken anwenden, um Lernregeln aus einer gegebenen Fehlerfunktion abzuleiten.</li> <li>• Sie können die vorgestellten Lernregeln und Lernverfahren anwenden und teilweise auch implementieren, um gegebene praktische Probleme zu lösen.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Thomas Martinetz</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Neuro- und Bioinformatik</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Thomas Martinetz</a></li> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Amir Madany Mamlouk</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• S. Haykin: Neural Networks - London: Prentice Hall, 1999</li> <li>• J. Hertz, A. Krogh, R. Palmer: Introduction to the Theory of Neural Computation - Addison Wesley, 1991</li> <li>• T. Kohonen: Self-Organizing Maps - Berlin: Springer, 1995</li> <li>• H. Ritter, T. Martinetz, K. Schulten: Neuronale Netze: Eine Einführung in die Neuroinformatik selbstorganisierender Netzwerke - Bonn: Addison Wesley, 1991</li> </ul>		

**Sprache:**

- Wird nur auf Deutsch angeboten

**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- CS4405-L1: Neuroinformatik, Klausur, 90 min, 100% der Modulnote

Nach der alten MIW-Bachelor Prüfungsordnungsversion (bis WS 2011/2012) ist ein Wahlpflichtfach für das 4. Semester statt dem 6. Semester vorgesehen.

**CS4480-KP04 - Systemidentifikation (Sysiden)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Unregelmäßig im Sommersemester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Wahlpflicht), Zusätzlich anerkanntes Wahlpflichtmodul, 1. oder 2. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS4480-V: Systemidentifikation (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• CS4480-Ü: Systemidentifikation (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 65 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 10 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführende Themen:</li> <li>• Diskretisierung und zeitdiskrete Modelle</li> <li>• Kleinste Quadrate Schätzung</li> <li>• Hauptthemen:</li> <li>• Identifizierung parametrischer Modelle: Prädiktionsfehler Methode, Subspace Identifikation</li> <li>• Identifizierung nichtparametrischer Modelle</li> <li>• Datenbasierte Modelle</li> <li>• Modellvalidierung</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können die Verwendung und die grundlegenden Eigenschaften der verschiedenen Identifikationsmethoden einschließlich der kleinsten Quadrate Methode, der Prädiktionsfehler Methode, der Subspace Methode, der nicht-parametrischen Methoden und der datenbasierten Methode erklären.</li> <li>• Die Studierenden können Algorithmen zur Systemidentifikation formulieren und implementieren.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage mathematische Modelle eines dynamischen Systems aus Input-Output-Daten mit Hilfe der verschiedenen Methoden, die in diesem Kurs vorgestellt werden, zu schätzen.</li> <li>• Sie können die Qualität der identifizierten Modelle bewerten.</li> <li>• Sie können die Matlab System Identification Toolbox verwenden, um lineare dynamische Modelle mittels verschiedener Methoden zu identifizieren.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr. Philipp Rostalski</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Medizinische Elektrotechnik</a></li> <li>• Dr.-Ing. Hossameldin Abbas</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Karel J. Keesman: System Identification: An Introduction - Springer-Verlag London Limited 2011</li> <li>• Lennart Ljung and Torkel Glad: Modeling of Dynamic Systems - Prentice Hall 1994</li> <li>• Lennart Ljung: System Identification - Theory for the User - Prentice Hall 1999</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Englisch angeboten</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- keine

Modulprüfung(en):

- CS4480-L1: Systemidentifikation, Mündliche Prüfung, 100% der Modulnote

**CS4507-KP12, CS4507 - Softwareverifikation (SoftVeri)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
2 Semester	Jährlich, kann sowohl im SoSe als auch im WiSe begonnen werden	12
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Informatik 2019 (Pflicht), Kanonische Vertiefung SSE, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Vertiefungsmodul), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Vertiefungsmodul), fachspezifisch, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2019 (Wahlpflicht), Vertiefungsmodul, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Pflicht), Schwerpunktfach Software Systems Engineering, 1. und 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Vertiefungsmodul), Informatik/Elektrotechnik, 1. und 2. Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Vertiefungsmodul), fachspezifisch, 2. und 3. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Vertiefungsmodul), Vertiefung, 2. und 3. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe CS4138 T: Model Checking (Vorlesung mit Übungen, 4 SWS)</li> <li>• Siehe CS4139 T: Runtime Verification und Testen (Vorlesung mit Übungen, 4 SWS)</li> <li>• Siehe CS5220 T: Statische Analyse (Vorlesung mit Übungen, 4 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 210 Stunden Selbststudium</li> <li>• 120 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 30 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• s. Moduleile</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können verschiedene Ansätze zur Softwareverifikation untereinander in Beziehung setzen.</li> <li>• Weitere Kompetenzen s. Moduleile</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mündliche Prüfung</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr. Martin Leucker</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Softwaretechnik und Programmiersprachen</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. Martin Leucker</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• : Siehe Literatur in den Moduleilen</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- CS4507-L1: Softwareverifikation, mündliche Prüfung, 100% der Modulnote

(Besteht aus CS4138 T, CS4139 T, CS5220 T)

Zwei der drei Teilmodule müssen gewählt werden.

**CS4510-KP12, CS4510 - Signalanalyse (SignalAna)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
2 Semester	Jährlich, kann sowohl im SoSe als auch im WiSe begonnen werden	12
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Biophysik 2023 (Vertiefungsmodul), Vertiefung, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Vertiefungsmodul), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Vertiefungsmodul), fachspezifisch, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2019 (Wahlpflicht), Vertiefungsmodul, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2019 (Vertiefungsmodul), Vertiefung, 1. und 2. Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Vertiefungsmodul), Vertiefung Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Vertiefungsmodul), Informatik/Elektrotechnik, 1. und/oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Vertiefungsmodul), fachspezifisch, 2. und/oder 3. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Vertiefungsmodul), Vertiefung, 2. und/oder 3. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe CS5260SJ14 T: Sprach- und Audiosignalverarbeitung (Vorlesung mit Übungen, 3 SWS)</li> <li>• Siehe CS5275 T: Ausgewählte Methoden der Signalanalyse und -verbesserung (Vorlesung mit Übungen, 3 SWS)</li> <li>• Siehe CS5194 T: Projektpraktikum Signal- und Bildverarbeitung (Projektarbeit, 3 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 150 Stunden Selbststudium</li> <li>• 90 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 60 Stunden Gruppenarbeit</li> <li>• 40 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> <li>• 20 Stunden Schriftliche Ausarbeitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundzüge der statistischen Signalanalyse</li> <li>• Grundlagen der Merkmalsextraktion und Mustererkennung</li> <li>• Lineare Optimalfilter</li> <li>• Adaptive Filter</li> <li>• Spektralanalyse</li> <li>• Grundzüge der Multiraten-Signalverarbeitung</li> <li>• Anwendungen in der Verarbeitung von Sprach- und Bildsignalen</li> <li>• Planung und Realisierung typischer Signalverarbeitungsanwendungen im Team</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können die Grundlagen der stochastischen Signalbeschreibung und Optimalfilterung erläutern.</li> <li>• Sie können die lineare Schätztheorie beschreiben und anwenden.</li> <li>• Sie können die Grundlagen adaptiver Systeme beschreiben.</li> <li>• Sie können die Grundlagen der Merkmalsextraktion und Klassifikation erklären.</li> <li>• Sie können Multiraten-Signalverarbeitungssysteme analysieren und entwickeln.</li> <li>• Sie kennen typische praktische Anwendungen der gelernten Signalverarbeitungskonzepte.</li> <li>• Sie sind in der Lage, Signalverarbeitungssysteme eigenständig und im Teamwork zu entwerfen und anzuwenden.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mündliche Prüfung</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr.-Ing. Markus Kallinger</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Signalverarbeitung</a></li> <li>• Prof. Dr.-Ing. Markus Kallinger</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• : Siehe Literatur in den Modulteilern</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig</li> </ul>		

**Bemerkungen:**

Prüfungsvorleistungen können zu Beginn des Semesters festgelegt werden. Sind Vorleistungen definiert, müssen diese vor der Erstprüfung erbracht und positiv bewertet worden sein.

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- CS4510-L3 (alle außer Master Biophysik ab 2023): Erfolgreiche Bearbeitung der Projektaufgabe, Seminarvortrag und Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

- CS4510-L1 (nur Master Biophysik ab 2023): Erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

- CS4510-L2 (nur Master Biophysik ab 2023): Erfolgreiche Bearbeitung der Projektaufgabe gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- CS4510-L3 (alle außer Master Biophysik ab 2023): Signalanalyse, mündliche Prüfung, 100% der Modulnote

- CS4510-L1 (nur Master Biophysik ab 2023): Teilprüfung Signalanalyse, mündliche Prüfung, 100% der Modulnote

- CS4510-L2 (nur Master Biophysik ab 2023): Teilprüfung Projektpraktikum Signal- und Bildverarbeitung, Projekt, unbenotet

(Besteht aus CS5275 T, CS5194 T, CS5260SJ14 T)

**CS4511-KP12, CS4511 - Lernende Systeme (LernSys)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
2 Semester	Unregelmäßig	12
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Biophysik 2023 (Vertiefungsmodul), Vertiefung, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2019 (Wahlpflicht), Kanonische Vertiefung Bioinformatik und Systembiologie, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Vertiefungsmodul), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2019 (Wahlpflicht), Kanonische Vertiefung Data Science und KI, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Vertiefungsmodul), fachspezifisch, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2019 (Wahlpflicht), Vertiefungsmodul, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2019 (Vertiefungsmodul), Vertiefung, 1. und 2. Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Vertiefungsmodul), Vertiefung Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Vertiefungsmodul), Informatik/Elektrotechnik, 1. und 2. Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Vertiefungsmodul), fachspezifisch, 2. und 3. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Vertiefungsmodul), Vertiefung, 2. und 3. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe CS4405 T: Neuroinformatik (Vorlesung mit Übungen, 3 SWS)</li> <li>• Siehe CS5450 T: Maschinelles Lernen (Vorlesung mit Übungen, 3 SWS)</li> <li>• Siehe CS5430 T: Seminar Maschinelles Lernen (Seminar, 2 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 180 Stunden Selbststudium</li> <li>• 120 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 40 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> <li>• 20 Stunden Bearbeitung eines individuellen Themas inkl. Vortrag und schriftl. Ausarbeitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• s. Moduleile</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• s. Moduleile</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mündliche Prüfung</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Thomas Martinetz</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Neuro- und Bioinformatik</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Thomas Martinetz</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Erhardt Barth</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• : Siehe Literatur in den Moduleilen</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungs- und Projektaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang
- Seminarvortrag und Ausarbeitung gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- CS4511-L1: Lernende Systeme, mündliche Prüfung, 100% der Modulnote

(Besteht aus CS4405 T, CS5450 T, CS5430 T)

Nur für Informatik-Studierende mit dem Anwendungsfach Bioinformatik (SGO vor 2019) wird die Lehrveranstaltung CS4405 T Neuroinformatik ersetzt durch CS5204 T Künstliche Intelligenz 2, weil dieser Teilnehmerkreis die Neuroinformatik im Rahmen eines Pflichtmoduls bereits absolvieren muss.

**CS5194 T - Modulteil: Projektpraktikum Signal- und Bildverarbeitung (PrSigBildv)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes zweite Semester	4 (Typ B)
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Biophysik 2023 (Modulteil eines Wahlmoduls), Vertiefung, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Vertiefung, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Informatik/Elektrotechnik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS5194-P: Projektpraktikum Signal- und Bildverarbeitung (iRoom) (Praktikum, 3 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 60 Stunden Gruppenarbeit</li> <li>• 40 Stunden Selbststudium</li> <li>• 20 Stunden Schriftliche Ausarbeitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planung und Realisierung typischer Signalverarbeitungsanwendungen im Team</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verfügen über umfangreiches Wissen über die praktische Umsetzung der Signal- und Bildverarbeitung.</li> <li>• Sie können kleine Signalverarbeitungsprojekte eigenständig und in Teamwork durchführen.</li> <li>• Sie besitzen die Fähigkeit zur Dokumentation und Präsentation der Projektergebnisse.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfungsform hängt vom übergeordneten Modul ab</li> </ul>		
<b>Setzt voraus:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Signalverarbeitung (CS3100-KP04)</li> <li>• Bildverarbeitung (CS3203)</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe Hauptmodul</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Signalverarbeitung</a></li> <li>• Prof. Dr.-Ing. Markus Kallinger</li> <li>• MitarbeiterInnen des Instituts</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Deutsch angeboten</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		
(Ist Modulteil von CS4510)		
Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:		
- Keine		
Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):		
- Das Projekt muss absolviert werden um die Prüfung im übergeordneten Modul (CS4510) ablegen zu können		
Modulprüfung(en):		
- CS4510-L1: Signalanalyse, mündliche Prüfung bestehend aus Mustererkennung, AMSAV und diesem Praktikum, 100% der Modulnote		



**CS5204-KP04, CS5204 - Künstliche Intelligenz 2 (KI2)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Wintersemester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Biomedical Engineering (Wahlpflicht), Fächerübergreifende Module, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Informatik, 3. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2012 (Wahlpflicht), Vertiefungsblock Intelligente Eingebettete Systeme, 2. oder 3. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2012 (Wahlpflicht), Anwendungsfach Robotik und Automation, 3. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS5204-V: Künstliche Intelligenz 2 (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• CS5204-Ü: Künstliche Intelligenz 2 (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 55 Stunden Selbststudium</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Support Vektor Maschinen und Dualisierung</li> <li>• Klassifikation</li> <li>• Regression</li> <li>• Zeitreihenprädiktion</li> <li>• Lagrange Multiplikatoren</li> <li>• Sequentielle Minimale Optimierung</li> <li>• Geometrisches Schließen</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können unter einer Vielzahl von möglichen Lernverfahren dasjenige auswählen, welches zu einer vorgelegten Anwendung passt.</li> <li>• Sie können das gewählte Verfahren an die Anwendung anpassen, wobei über die bloße Auswahl an Parametern weit hinausgegangen wird und auch mathematische Grundlagen aus unterschiedlichen Ansätzen zusammengefasst werden können, wobei innovative Verfahren für Anwendungen des Lernens entstehen. Den Ausgangspunkt bilden support vector Verfahren.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mündliche Prüfung</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Floris Ernst</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Robotik und Kognitive Systeme</a></li> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Floris Ernst</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• P. Norvig, S. Russell: Künstliche Intelligenz - München: Pearson 2004</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Englisch angeboten</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		



Hinweis: Modul wird im WiSe 2024/2025 nicht angeboten

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Keine

Modulprüfung(en):

- CS5204-L1: Künstliche Intelligenz 2, Klausur, 90min, 100% der Modulnote

**CS5220 T - Modulteil: Statische Analyse (StatAnaa)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	In der Regel jährlich, vorzugsweise im WiSe	6
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Informatik/Elektrotechnik, Beliebiges Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Informatik/Elektrotechnik, Beliebiges Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebiges Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebiges Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS5220-V: Statische Analyse (Vorlesung, 3 SWS)</li> <li>• CS5220-Ü: Statische Analyse (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 100 Stunden Selbststudium</li> <li>• 60 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Begriffe, Potenzial und Abgrenzungen</li> <li>• Programmanalysen</li> <li>• Datenflussanalyse</li> <li>• Abstrakte Interpretation</li> <li>• Symbolic execution</li> <li>• SMT/SAT Solvers</li> <li>• Hoare-Logik, wp-Kalkül</li> <li>• Softwaremetriken</li> <li>• Bytecode-Analyse</li> <li>• Manuelle Prüfverfahren</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können die Potenziale von statischer Analyse veranschaulichen.</li> <li>• Sie können die Techniken zur automatischen statischen Quellcode-Analyse erklären und klassifizieren.</li> <li>• Sie können geeignete Analyseverfahren auswählen, einsetzen und miteinander kombinieren.</li> <li>• Sie können verschiedene statische Methoden zur Verbesserung der Softwarequalität zueinander in Beziehung setzen, vergleichen und bewerten.</li> <li>• Sie können Ansätze zur Bytecode-Analyse darstellen.</li> <li>• Sie können typische Werkzeuge zur statischen Analyse auswählen und einsetzen.</li> <li>• Sie können manuelle Prüfverfahren organisieren und durchführen.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfungsform hängt vom übergeordneten Modul ab</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr. Martin Leucker</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Softwaretechnik und Programmiersprachen</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. Martin Leucker</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• F. Nielson, H.R. Nielson, C. Hankin: Principles of Program Analysis - Springer, 2010</li> <li>• H. Seidl, R. Wilhelm, S. Hack: Übersetzerbau Band 3: Analyse und Transformation - Springer 2010</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		



(Ist Modulteil von CS4507-KP12)

Zulassungsvoraussetzungen zum Modul:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung:

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben während des Semesters

**CS5260SJ14 T - Modulteil: Sprach- und Audiosignalverarbeitung (SprachA14a)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	In der Regel jährlich, vorzugsweise im SoSe	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Informatik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2023 (Modulteil eines Wahlmoduls), Vertiefung, 1. und 2. Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Vertiefung, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Informatik/Elektrotechnik, 1. oder 2. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS5260-V: Sprach- und Audiosignalverarbeitung (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• CS5260-Ü: Sprach- und Audiosignalverarbeitung (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 55 Stunden Selbststudium</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spracherzeugung und Hören beim Menschen</li> <li>• Physikalische Modelle des auditorischen Systems</li> <li>• Dynamikkompensation</li> <li>• Spektralanalyse: Spektrum und Cepstrum</li> <li>• Spektralwahrnehmung und Maskierung</li> <li>• Sprachtraktmodelle</li> <li>• Lineare Prädiktion</li> <li>• Codierung im Zeit- und Frequenzbereich</li> <li>• Sprachsynthese</li> <li>• Geräuschreduktion und Echokompensation</li> <li>• Quellen-Lokalisation und räumliche Wiedergabe</li> <li>• Grundzüge der automatischen Spracherkennung</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Am Ende der Lehrveranstaltung können die Studierenden die Grundlagen der menschlichen Spracherzeugung und der entsprechenden mathematischen Modellierung beschreiben.</li> <li>• Sie können die auditorische Wahrnehmung des Menschen und die entsprechenden Signalverarbeitungsmethoden zur technischen Nachbildung des Hörens erläutern.</li> <li>• Sie können die Inhalte der statistischen Sprachmodellierung und Spracherkennung erklären und präsentieren.</li> <li>• Sie können die Signalverarbeitungsmethoden für die Quellentrennung und Messung akustischer Übertragungssysteme erläutern und anwenden.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfungsform hängt vom übergeordneten Modul ab</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe Hauptmodul</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Signalverarbeitung</a></li> <li>• Prof. Dr.-Ing. Markus Kallinger</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• L. Rabiner, B.-H. Juang: Fundamentals of Speech Recognition - Upper Saddle River: Prentice Hall 1993</li> <li>• J. O. Heller, J. L. Hansen, J. G. Proakis: Discrete-Time Processing of Speech Signals - IEEE Press</li> </ul>		



**Sprache:**

- Wird nur auf Deutsch angeboten

**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zum Modul:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Regelmäßige und positiv bewertete Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- siehe übergeordnetes Modul

(Ist Modulteil von CS4290, CS4510, RO4290-KP04)

(Ist gleich CS5260SJ14)

**CS5275 T - Modulteil: Ausgewählte Methoden der Signalanalyse und -verbesserung (AMSAVa)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Sommersemester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil von Aktuelle Themen Robotik und Automation, 1. und/oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2023 (Modulteil eines Wahlmoduls), Vertiefung, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Vertiefung, 2. Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Informatik/Elektrotechnik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS5275-V: Ausgewählte Methoden der Signalanalyse und -verbesserung (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• CS5275-Ü: Ausgewählte Methoden der Signalanalyse und -verbesserung (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 55 Stunden Selbststudium</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundzüge der statistischen Signalanalyse</li> <li>• Korrelations- und Spektralschätzung</li> <li>• Lineare Schätzer</li> <li>• Lineare Optimalfilter</li> <li>• Adaptive Filter</li> <li>• Mehrkanalige Signalverarbeitung, Beamformer und Quellentrennung</li> <li>• Komprimierte Abtastung</li> <li>• Grundzüge der Multiraten-Signalverarbeitung</li> <li>• Nichtlineare Signalverarbeitungsalgorithmen</li> <li>• Anwendungsszenarien in der Hörtechnik, Messung, Verbesserung und Restauration ein- und höherdimensionaler Signale, Messen von Schallfeldern, Rauschunterdrückung, Entzerrung (listening-room compensation), Inpainting</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können die Grundlagen der stochastischen Signalbeschreibung und Optimalfilterung erläutern.</li> <li>• Sie können die lineare Schätztheorie beschreiben und anwenden.</li> <li>• Sie können die Grundlagen adaptiver Systeme beschreiben.</li> <li>• Sie können Verfahren zur mehrkanaligen Signalverarbeitung beschreiben und anwenden.</li> <li>• Sie können das Prinzip der komprimierten Abtastung beschreiben.</li> <li>• Sie können Multiraten-Signalverarbeitung analysieren und entwickeln.</li> <li>• Sie können verschiedene Anwendungen nichtlinearer, adaptiver Signalverarbeitungskonzepte darstellen.</li> <li>• Sie sind in der Lage, lineare Optimalfilter und nichtlineare Signalverbesserungstechniken eigenständig zu entwerfen bzw. anzuwenden.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfungsform hängt vom übergeordneten Modul ab</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe Hauptmodul</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Signalverarbeitung</a></li> <li>• Prof. Dr.-Ing. Markus Kallinger</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• A. Mertins: Signaltheorie: Grundlagen der Signalbeschreibung, Filterbänke, Wavelets, Zeit-Frequenz-Analyse, Parameter- und</li> </ul>		

- Signalschätzung - Springer-Vieweg, 3. Auflage, 2013
- S. Haykin: Adaptive Filter Theory - Prentice Hall, 1995

---

**Sprache:**

- Wird nur auf Deutsch angeboten

---

**Bemerkungen:**

(Ist Modulteil von CS4290-KP04, CS4510, CS5400)  
(Ist gleich CS5275)

Für Details siehe Hauptmodul.

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben (mind. 50%) während des Semesters

Modulprüfung(en) im Hauptmodul:

- CS5275-L1: Ausgewählte Methoden der Signalanalyse und -verbesserung, schriftliche oder mündliche Prüfung, 100% der Modulnote

**CS5430 T - Modulteil: Seminar Maschinelles Lernen (SemMaschLa)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Sommersemester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Biophysik 2023 (Modulteil eines Wahlmoduls), Vertiefung, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Vertiefung, 2. Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Informatik/Elektrotechnik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS5430-S: Seminar Maschinelles Lernen (Seminar, 2 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 70 Stunden Selbststudium</li> <li>• 30 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Bearbeitung eines individuellen Themas inkl. Vortrag und schriftl. Ausarbeitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbständiges Einarbeiten in ein Teilgebiet des Maschinellen Lernens</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende können wissenschaftliche Artikel im Bereich des maschinellen Lernens lesen und verstehen.</li> <li>• Studierende können die Inhalte wissenschaftlicher Fachartikel im Bereich des maschinellen Lernens in einem Vortrag präsentieren.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfungsform hängt vom übergeordneten Modul ab</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe Hauptmodul</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Neuro- und Bioinformatik</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Erhardt Barth</a></li> <li>• MitarbeiterInnen des Instituts</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		
Zulassungsvoraussetzungen zum Modul: - Keine		
Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung: - Prüfungsvorleistungen können zu Beginn des Semesters festgelegt werden. Sind Vorleistungen definiert, müssen diese vor der Erstprüfung erbracht und positiv bewertet worden sein.		
(Ist Modulteil von CS4511)		

**CS5450 T - Modulteil: Maschinelles Lernen (MaschLerna)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Wintersemester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Biophysik 2023 (Modulteil eines Wahlmoduls), Vertiefung, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Vertiefung, 1. Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Informatik/Elektrotechnik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS5450-V: Maschinelles Lernen (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• CS5450-Ü: Maschinelles Lernen (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 55 Stunden Selbststudium</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lernen von Repräsentationen</li> <li>• Statistische Lerntheorie</li> <li>• VC-Dimension und Support-Vektor-Maschinen</li> <li>• Boosting</li> <li>• Deep learning</li> <li>• Grenzen der Induktion und Gewichtung der Daten</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende können unterschiedliche Lernprobleme erläutern.</li> <li>• Sie können unterschiedliche Verfahren des maschinellen Lernens erklären und beispielhaft anwenden.</li> <li>• Sie können für eine gegebene Problemstellung ein geeignetes Lernverfahren auswählen und testen.</li> <li>• Sie können die Grenzen der automatischen Datenanalyse erkennen und erläutern.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfungsform hängt vom übergeordneten Modul ab</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe Hauptmodul</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Neuro- und Bioinformatik</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Erhardt Barth</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Thomas Martinetz</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chris Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning - Springer ISBN 0-387-31073-8</li> <li>• Vladimir Vapnik: Statistical Learning Theory - Wiley-Interscience, ISBN 0471030031</li> <li>• Tom Mitchell: Machine Learning - McGraw Hill. ISBN 0-07-042807-7</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungszetteln gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- CS5450-L1: Maschinelles Lernen, mündliche Prüfung, 100% der Modulnote

(Ist Modulteil von CS4290, CS4511, CS5400, CS4251-KP08)

**CS5450-KP04, CS5450 - Maschinelles Lernen (MaschLern)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Wintersemester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Informatik, 3. Fachsemester</li> <li>• Master Hörakustik und Audiologische Technik 2022 (Wahlpflicht), Informatik, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, Beliebiges Fachsemester</li> <li>• Master Medieninformatik 2020 (Wahlpflicht), Informatik, Beliebiges Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2019 (Wahlpflicht), Medical Data Science / Künstliche Intelligenz, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Hörakustik und Audiologische Technik 2017 (Wahlpflicht), Informatik, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Informatik, 3. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, Beliebiges Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2011 (Wahlpflicht), Mathematik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2011 (Vertiefung), Bildgebende Systeme, Signal- und Bildverarbeitung, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2014 (Wahlpflicht), Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2010 (Wahl), Informatik, Beliebiges Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2012 (Wahlpflicht), Anwendungsfach Robotik und Automation, 3. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2012 (Wahlpflicht), Anwendungsfach Bioinformatik, 3. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS5450-V: Maschinelles Lernen (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• CS5450-Ü: Maschinelles Lernen (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 55 Stunden Selbststudium</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lernen von Repräsentationen</li> <li>• Statistische Lerntheorie</li> <li>• VC-Dimension und Support-Vektor-Maschinen</li> <li>• Boosting</li> <li>• Deep learning</li> <li>• Grenzen der Induktion und Gewichtung der Daten</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende können unterschiedliche Lernprobleme erläutern.</li> <li>• Sie können unterschiedliche Verfahren des maschinellen Lernens erklären und beispielhaft anwenden.</li> <li>• Sie können für eine gegebene Problemstellung ein geeignetes Lernverfahren auswählen und testen.</li> <li>• Sie können die Grenzen der automatischen Datenanalyse erkennen und erläutern.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mündliche Prüfung</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Erhardt Barth</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Neuro- und Bioinformatik</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Erhardt Barth</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Thomas Martinetz</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chris Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning - Springer ISBN 0-387-31073-8</li> <li>• Vladimir Vapnik: Statistical Learning Theory - Wiley-Interscience, ISBN 0471030031</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern</li> </ul>		



**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- keine

Modulprüfung(en):

- CS5450-L1: Maschinelles Lernen, mündliche Prüfung, 100% der Modulnote

**ME2450-KP08, ME2450 - Regelungstechnik und Mechatronik (RegelMecha)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jährlich, kann sowohl im SoSe als auch im WiSe begonnen werden	8
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Pflicht), Anwendungsfach Robotik und Automation, 1. oder 2. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ME2451-V: Regelungstechnik (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• ME2451-Ü: Regelungstechnik (Übung, 1 SWS)</li> <li>• ME2452-V: Mechatronik (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• ME2452-Ü: Mechatronik (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 130 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung</li> <li>• 90 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematische Modelle von Systemen</li> <li>• Zustandsgrößenmodelle</li> <li>• Regelkreise</li> <li>• Stabilität</li> <li>• Reglerentwurf</li> <li>• Sensorik</li> <li>• Aktorik</li> <li>• Anwendungen mechatronischer Systeme</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden</li> <li>• können physikalische Systeme mathematisch modellieren</li> <li>• sind in der Lage, werkzeuggesteuerte Regelungssysteme zu entwerfen</li> <li>• können die Stabilität von Regelungssystemen nachweisen</li> <li>• kennen die wichtigsten Sensoren und Aktoren sowie deren Eigenschaften</li> <li>• sind in der Lage, mechatronische Systeme für verschiedene Anwendungen, insbesondere Robotik und Medizintechnik, zu entwickeln.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr. Philipp Rostalski</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Institut für Medizinische Elektrotechnik</li> <li>• Prof. Dr. Philipp Rostalski</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• G.F. Franklin, J. Powell, A. Emami-Naeini: Feedback Control of Dynamic Systems - Global Edition Pearson 2014, ISBN: 1292068906</li> <li>• B. Heimann, W. Gerth, K. Popp: Mechatronik: Komponenten - Methoden - Beispiele - Carl Hanser Verlag 2006</li> <li>• J. Lunze: Regelungstechnik 1 - Springer Verlag 2012</li> <li>• J. Lunze: Regelungstechnik 2 - Springer Verlag 2012</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		
Wird ersetzt durch RO4400-KP08 Regelungstechnische Systeme.		

**ME2451-KP04, ME2451 - Regelungstechnik (RegTech)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Sommersemester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Informatik, 2. oder 4. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Informatik, 2. oder 4. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, 2. oder 4. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2011 (Wahlpflicht), Vertiefung, 2. oder 4. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ME2451-V: Regelungstechnik (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• ME2451-Ü: Regelungstechnik (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 65 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 10 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierung dynamischer Systeme</li> <li>• Dynamisches Verhalten von Systemen</li> <li>• Konzept der Rückführung</li> <li>• Reglerentwurf im Zeitbereich</li> <li>• Systembeschreibung im Frequenzbereich</li> <li>• Stabilität</li> <li>• Reglerentwurf im Frequenzbereich</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können physikalische Systeme mathematisch modellieren und dynamisches Verhalten beschreiben und analysieren.</li> <li>• Sie kennen die wesentlichen Werkzeuge und können Anforderungen an dynamische Systeme im Zeit- und Frequenzbereich formulieren und sind in der Lage, werkzeuggesteuerte Regelungssysteme im Zeit- wie im Frequenzbereich zu entwerfen.</li> <li>• Zudem können sie die Stabilität von rückgekoppelten Systemen nachweisen und das resultierende dynamische Verhalten hinsichtlich Regelgüte und Robustheit bewerten.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr. Philipp Rostalski</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Institut für Medizinische Elektrotechnik</li> <li>• Prof. Dr. Philipp Rostalski</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• G.F. Franklin, J.D. Powell, A. Emami-Naeini: Feedback Control of Dynamic Systems - Pearson Verlag - 2014</li> <li>• J. Lunze: Regelungstechnik 1 - Springer Verlag 2012</li> <li>• J. Lunze: Regelungstechnik 2 - Springer Verlag 2012</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Keine

Modulprüfung(en):

- ME2451-L1: Regelungstechnik, Mündliche Prüfung, 100% der Modulnote

**ME2452-KP04, ME2452 - Mechatronik (Mech)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Wintersemester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ME2452-V: Mechatronik (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• ME2452-Ü: Mechatronik (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 50 Stunden Eigenständige Projektarbeit</li> <li>• 40 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> <li>• 10 Stunden Präsentation mit Diskussion (inkl. Vorbereitung)</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwurf mechatronischer Systeme</li> <li>• Systems Engineering</li> <li>• Grundlagen Mechanik</li> <li>• Grundlagen Elektrotechnik</li> <li>• Aktuatoren/Sensoren/Ansteuerung</li> <li>• Grundlagen der Regelungstechnik</li> <li>• Praktisches Projekt</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können die Grundzüge der Entwicklung mechatronischer Systeme darstellen.</li> <li>• Die Studierenden können Grundsaltungen mit passiven Bauelementen im Gleich- und Wechselstrombereich nachvollziehen und modellieren.</li> <li>• Die Studierenden kennen die Grundzüge der mechanischen Modellierung, insbesondere der Kinematik und Kinetik und können diese anwenden.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, Aktuatoren und Sensoren zu klassifizieren, auszuwählen und anzuwenden.</li> <li>• Die Studierenden kennen die Grundlagen der PID-Regelung und können diese praktisch einsetzen.</li> <li>• Die Studierenden können ein kleines mechatronisches Entwicklungsprojekt selbstständig durchführen und präsentieren.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr. Philipp Rostalski</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Institut für Medizinische Elektrotechnik</li> <li>• Prof. Dr. Philipp Rostalski</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• B. Heimann, W. Gerth, K. Popp: Mechatronik: Komponenten - Methoden - Beispiele - Carl Hanser Verlag 2006, ISBN: 3446405992</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Deutsch angeboten</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Keine

Modulprüfung(en):

- ME2452-L1: Mechatronik, Mündliche Prüfung, 100% der Modulnote

**ME2460-KP04, ME2460 - Elektrische Maschinen (EM)**

<b>Dauer:</b> 1 Semester	<b>Angebotsturnus:</b> Unregelmäßig	<b>Leistungspunkte:</b> 4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, Beliebiges Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, 1. oder 2. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ME2460-V: Elektrische Maschinen (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• ME2460-Ü: Elektrische Maschinen (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<b>Arbeitsaufwand:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 55 Stunden Selbststudium</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Physikalischen Grundlagen</li> <li>• Gleichstrommaschinen</li> <li>• Transformator</li> <li>• Asynchronmaschine</li> <li>• Synchronmaschine</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die wichtigsten Grundbegriffe elektrischer Maschinen und sind mit der elektromechanischen Energiewandlung vertraut.</li> <li>• Die Studierenden können die wichtigsten Typen elektrischer Maschinen benennen und kennen ihre spezifischen Vor- und Nachteile.</li> <li>• Die Studierenden können die wichtigsten Typen von elektrischen Maschinen beschalten und berechnen.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten</li> </ul>		
<b>Setzt voraus:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Physik 2 (ME1020-KP08, ME1020)</li> <li>• Grundlagen der Elektrotechnik 2 (ME2700-KP08, ME2700)</li> <li>• Grundlagen der Elektrotechnik 1 (ME2400-KP08, ME2400)</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr. Philipp Rostalski</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Medizinische Elektrotechnik</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. Philipp Rostalski</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• F. Rolf: Elektrische Maschinen - ISBN: 3446226931</li> </ul>		
<b>Sprache:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Deutsch angeboten</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b> zurzeit ausgesetzt		

<b>ME2470-KP04, ME2470 - Leistungselektronik (LE)</b>		
<b>Dauer:</b> 1 Semester	<b>Angebotsturnus:</b> Unregelmäßig	<b>Leistungspunkte:</b> 4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, Beliebiges Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, 1. oder 2. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ME2470-V: Leistungselektronik (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• ME2470-Ü: Leistungselektronik (Übung, 1 SWS)</li> </ul>	<b>Arbeitsaufwand:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 65 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 35 Stunden Selbststudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>	
<b>Lehrinhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufgaben der Leistungselektronik</li> <li>• Bauelemente der Leistungselektronik (Leistungstransistoren, Thyristor, Triac, Dioden)</li> <li>• Gleichspannungswandler (Topologien, Funktionsweise)</li> <li>• Gleichrichter (Aufbau, Funktionsweise)</li> <li>• Frequenzumrichter (Topologien, Funktionsweise)</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die Aufgaben, Bauteile und Grundsaltungen der Leistungselektronik</li> <li>• Die Studierenden können unterschiedliche Konvertertopologien bewerten und kennen ihre spezifischen Einsatzgebiete.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten</li> </ul>		
<b>Setzt voraus:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Elektrotechnik 2 (ME2700-KP08, ME2700)</li> <li>• Grundlagen der Elektrotechnik 1 (ME2400-KP08, ME2400)</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr. Philipp Rostalski</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Institut für Medizinische Elektrotechnik</li> <li>• Technische Hochschule Lübeck</li> <li>• Prof. Dr. Philipp Rostalski</li> </ul>		
<b>Literatur:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• D. Schröder: Leistungselektronische Bauelemente - ISBN: 3540287280</li> <li>• M. Michel: Leistungselektronik: Einführung in Schaltungen und deren Verhalten - ISBN: 3642159834</li> </ul>		
<b>Sprache:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Deutsch angeboten</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b> zurzeit ausgesetzt		

**ME4500 T - Modulteil: Fortgeschrittene Methoden der Regelungstechnik (FoMeRegT)**

<b>Dauer:</b> 1 Semester	<b>Angebotsturnus:</b> Jedes Sommersemester	<b>Leistungspunkte:</b> 4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Informatik/Elektrotechnik, Beliebiges Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Informatik/Elektrotechnik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Anwendungsfach Robotik und Automation, 2. oder 3. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ME4500-V: Fortgeschrittene Methoden der Regelungstechnik (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• ME4500-Ü: Fortgeschrittene Methoden der Regelungstechnik (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 55 Stunden Selbststudium</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zustandsraummodelle, Normalformen und deren Eigenschaften</li> <li>• Entwurf von Reglern anhand der Zustandsrückführung und von Beobachtern</li> <li>• Optimale Regelung und Zustandsschätzung</li> <li>• Lineare, parameterabhängige Systeme</li> <li>• Modellprädiktive Regelung</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können Zustandsraummodelle beschreiben und analysieren.</li> <li>• Die Studierenden können Regler mittels Zustandsrückführung entwerfen und synthetisieren.</li> <li>• Die Studierenden können Beobachter und Zustandsrückführungen auf Basis von Zustandsschätzungen entwerfen.</li> <li>• Die Studierenden kennen die Grundzüge des Entwurfs optimaler Regelungen und wissen, wie diese angewendet werden.</li> <li>• Die Studierenden kennen die Klasse der linearen, parameterabhängigen Systeme und kennen die Grundzüge der Reglersynthese für diese Klasse von Systemen.</li> <li>• Die Studierenden verstehen das Konzept der modellprädiktiven Regelung und wissen, wie eine solche Regelungsstrategie implementiert werden kann.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten</li> </ul>		
<b>Modulverantwortliche:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe Hauptmodul</li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. Philipp Rostalski</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Medizinische Elektrotechnik</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. Philipp Rostalski</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• J. Lunze: Regelungstechnik 2 - Springer Verlag 2012, ISBN: 3642539432</li> <li>• G.F. Franklin, J. Powell, A. Emami-Naeini: Feedback Control of Dynamic Systems - Global Edition Pearson 2014, ISBN: 1292068906</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Deutsch angeboten</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		



(Ist Modulteil von CS4290)

Zulassungsvoraussetzungen zum Modul:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung:

- Prüfungsvorleistungen können zu Beginn des Semesters festgelegt werden. Sind Vorleistungen definiert, müssen diese vor der Erstprüfung erbracht und positiv bewertet worden sein.

**RO4001-KP04 - Modellprädiktive Regelung (MPCKP04)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Wintersemester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• RO4001-V: Modellprädiktive Regelung (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• RO4001-Ü: Modellprädiktive Regelung (Übung, 2 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 60 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 40 Stunden Selbststudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• LQ Optimale Regelung und Kalman Filter</li> <li>• Konvexe Optimierung</li> <li>• Invariante Mengen</li> <li>• Theorie der Modellprädiktiven Regelung (MPC)</li> <li>• Numerische Optimierungsverfahren</li> <li>• Explizites MPC</li> <li>• Praktische Aspekte (Robustes MPC, Offset-freies Tracking, etc.)</li> <li>• Anwendungen von MPC</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden haben einen umfassenden Überblick über optimale Regelungsverfahren.</li> <li>• Die Studierende haben einen Einblick in die Grundlagen der numerische Optimierung.</li> <li>• Die Studierenden können modellprädiktive Regler für lineare und nichtlineare Systeme entwerfen.</li> <li>• Die Studierenden beherrschen verschiedene Werkzeuge, um modellprädiktive Regler zu implementieren.</li> <li>• Die Studierenden können systemtheoretische Eigenschaften von MPC-Reglern etablieren.</li> <li>• Die Studierenden haben Einblicke in mögliche Anwendungsgebiete für die modellprädiktiven Regelung.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr. Georg Schildbach</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Medizinische Elektrotechnik</a></li> <li>• Prof. Dr. Georg Schildbach</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• F. Borrelli, A. Bemporad, M. Morari: Predictive Control for Linear and Hybrid Systems - Cambridge University Press, 2017 (ISBN: 978-1107016880)</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Englisch angeboten</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung und Abgabe von Übungen gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- RO4001-L1: Modellprädiktive Regelung, Klausur, 90min, 100% der Modulnote

Teilmodul für Master Robotik und Autonome Systeme von RO4000-KP12 Autonomous Systems

**RO4400-KP12 - Regelungstechnische Systeme (RegelSys12)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Sommersemester	12
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Vertiefungsmodul), Informatik/Elektrotechnik, Beliebiges Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Vertiefungsmodul), Informatik/Elektrotechnik, 2. oder 4. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ME2451-V: Regelungstechnik (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• ME4500-V: Fortgeschrittene Methoden der Regelungstechnik (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• ME2451-Ü: Regelungstechnik (Übung, 1 SWS)</li> <li>• ME4500-Ü: Fortgeschrittene Methoden der Regelungstechnik (Übung, 1 SWS)</li> <li>• RO4400-P: Projektpraktikum Regelungstechnik (Praktikum, 3 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 185 Stunden Selbststudium</li> <li>• 135 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 40 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierung dynamischer Systeme</li> <li>• Dynamisches Verhalten von Systemen</li> <li>• Konzept der Rückführung</li> <li>• Reglerentwurf im Zeitbereich</li> <li>• Systembeschreibung im Frequenzbereich</li> <li>• Stabilität</li> <li>• Reglerentwurf im Frequenzbereich</li> <li>• Zustandsraummodelle, Normalformen und deren Eigenschaften</li> <li>• Entwurf von Reglern anhand der Zustandsrückführung und von Beobachtern</li> <li>• Optimale Regelung und Zustandsschätzung</li> <li>• Lineare, parameterabhängige Systeme</li> <li>• Modellprädiktive Regelung</li> <li>• Planung und Realisierung typischer regelungstechnischer Anwendungen im Team</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können physikalische Systeme mathematisch modellieren und dynamisches Verhalten beschreiben und analysieren.</li> <li>• Sie kennen die wesentlichen Werkzeuge und können Anforderungen an dynamische Systeme im Zeit- und Frequenzbereich formulieren und sind in der Lage, werkzeuggesteuert Regelungssysteme im Zeit- wie im Frequenzbereich zu entwerfen.</li> <li>• Zudem können sie die Stabilität von rückgekoppelten Systemen nachweisen und das resultierende dynamische Verhalten hinsichtlich Regelgüte und Robustheit bewerten.</li> <li>• Die Studierenden können Zustandsraummodelle beschreiben und analysieren.</li> <li>• Die Studierenden können Regler mittels Zustandsrückführung entwerfen und synthetisieren.</li> <li>• Die Studierenden können Beobachter und Zustandsrückführungen auf Basis von Zustandsschätzungen entwerfen.</li> <li>• Die Studierenden kennen die Grundzüge des Entwurfs optimaler Regelungen und wissen, wie diese angewendet werden.</li> <li>• Die Studierenden kennen die Klasse der linearen, parameterabhängigen Systeme und kennen die Grundzüge der Reglersynthese für diese Klasse von Systemen.</li> <li>• Die Studierenden verstehen das Konzept der modellprädiktiven Regelung und wissen, wie eine solche Regelungsstrategie implementiert werden kann.</li> <li>• Die Studierenden verfügen über umfangreiches Wissen über die praktische Umsetzung der Regelungstechnik.</li> <li>• Sie können kleine regelungstechnische Projekte eigenständig und in Teamwork durchführen.</li> <li>• Sie besitzen die Fähigkeit zur Dokumentation und Präsentation der Projektergebnisse.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mündliche Prüfung</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr. Philipp Rostalski</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		



- Institut für Medizinische Elektrotechnik
- Prof. Dr. Philipp Rostalski
- Prof. Dr.-Ing. Christian Herzog

**Literatur:**

- siehe Literatur der Moduleile:

**Sprache:**

- Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig

**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zum Modul:

- Keine

**RO5501-KP04 - Graphical Models in Systems and Control (GMSC)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Sommersemester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Informatik, 3. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, 1. oder 2. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• RO5501-V: Graphische Modelle in der System- und Regelungstheorie (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• RO5501-Ü: Graphische Modelle in der System- und Regelungstheorie (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 60 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 30 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung</li> <li>• 30 Stunden Präsenzübung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie, sowie diskrete und kontinuierlich verteilte Zufallsvariablen</li> <li>• Grundlegende Kenntnisse zu probabilistischen graphischen Modellen</li> <li>• Erweiterte Kenntnisse zu (Forney-)Faktorgraphen als probabilistisches graphisches Modell</li> <li>• Message Passing mittels Sum- und Max-Produkt Algorithmus</li> <li>• Gauß'sches Message Passing</li> <li>• Zustandsschätzung im probabilistischen Framework (Kalman Filter und Smoother inklusive Erweiterungen)</li> <li>• Parameterschätzung mittels Expectation Maximization</li> <li>• Expectation Propagation</li> <li>• Regelung auf Faktorgraphen</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden erwerben und vertiefen grundlegende Kenntnisse der Wahrscheinlichkeitstheorie und der Transformation diskret und kontinuierlich verteilter Zufallsvariablen.</li> <li>• Die Studierenden können einfache lineare Algorithmen wie das Kalman Filter mit Hilfe graphischer probabilistischer Modelle verstehen</li> <li>• Die Studierenden können Elemente von probabilistischen Algorithmen mit Hilfe graphischer probabilistischer Modelle zu neuen Algorithmen kombinieren.</li> <li>• Die Studierenden können fortgeschrittene Signalverarbeitung, Parameter- und Zustandsschätzprobleme, sowie Regelalgorithmen mit Hilfe graphischer probabilistischer verstehen, erweitern und auf relevante Probleme anpassen.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur, mündliche Prüfung und/oder Präsentation nach Maßgabe des Dozierenden</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr. Philipp Rostalski</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Medizinische Elektrotechnik</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Christian Herzog</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. Philipp Rostalski</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Loeliger, Hans-Andrea; Dauwels, Justin; Hu, Junli; Korl, Sascha; Ping, Li; Kschischang, Frank R.: The Factor Graph Approach to Model-Based Signal Processing - Proc. IEEE, Vol. 95, No. 6, 2007</a></li> <li>• <a href="#">Loeliger, Hans-Andrea: An Introduction to factor graphs - IEEE Signal Process. Mag., Vol. 21, No. 1, 2004</a></li> <li>• Hoffmann, Christian; Rostalski, Philipp: Forschungsnahe aktuelle Artikel des IME</li> <li>• Verschiedene: Forschungsnahe aktuelle Artikel</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Englisch angeboten</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		



Zulassungsvoraussetzungen zum Modul:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung:

- Informationen in der ersten Vorlesung

Modulprüfung:

- RO5501-L1: Graphical Models in Systems and Control, Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min) und/oder Präsentation, 100% der Modulnote

**CS5820-KP04, CS5820 - Rechtliche Grundlagen für die IT (ITRecht)**

<b>Dauer:</b> 1 Semester	<b>Angebotsturnus:</b> Wird nicht mehr angeboten	<b>Leistungspunkte:</b> 4 (Typ B)
-----------------------------	---	--------------------------------------

**Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:**

- Master Angebot fächerübergreifend (Wahlpflicht), Fächerübergreifende Module, Beliebige Fachsemester
- Master Medizinische Informatik 2014 (Wahlpflicht), Fächerübergreifende Module, 1. oder 2. Fachsemester
- Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Nicht-Fachspezifisch, 1. oder 2. Fachsemester
- Bachelor Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Nicht-Fachspezifisch, Beliebige Fachsemester
- Master Informatik 2012 (Wahl), Fächerübergreifende Module, 3. Fachsemester

**Lehrveranstaltungen:**

- CS5820-V: Rechtliche Grundlagen für die IT (Vorlesung, 1 SWS)
- CS5820-S: Rechtliche Grundlagen für die IT (Seminar, 1 SWS)

**Arbeitsaufwand:**

- 55 Stunden Selbststudium
- 45 Stunden Präsenzstudium
- 20 Stunden Prüfungsvorbereitung

**Lehrinhalte:**

- Einführung und Übersicht
- Persönlichkeitsrechte, Medienfreiheiten und Meinungsfreiheit
- Regelungsziele: Information und Recht
- Jugendschutz und freiwillige Selbstkontrolle
- Datenschutz und das Datenschutzgesetz
- Presserecht und Werberecht
- Urheberrecht, Markenrecht, Patentrecht
- Teledienstegesetz, Teledienstedatenschutzgesetz, Signaturgesetz, Mediendienstestaatsvertrag
- Vertragsrecht und E-Contracting
- Internationale Aspekte
- Fallbeispiele
- Zusammenfassung und Ausblick

**Qualifikationsziele/Kompetenzen:**

- die Rechtsgrundlagen für die Herstellung und Nutzung von Software und digitalen Medien kennenlernen.
- die Rechtsgrundlagen für den Betrieb von IT- und Kommunikationssystemen kennenlernen.

**Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:**

- Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten

**Modulverantwortlicher:**

- Studiengangsleitung Informatik

**Lehrende:**

- externe Einrichtung
- externe Lehrbeauftragte

**Literatur:**

- Th. Hoeren: Internetrecht - kostenloses Skriptum, Universität Münster, 2007
- D. Dörr & R. Schwartmann: Medienrecht - Heidelberg: Müller-Verlag, 2006
- F. Fechner: Medienrecht - Stuttgart: UTB, 2007

**Sprache:**

- Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern

**Bemerkungen:**

Prüfungsvorleistungen können zu Beginn des Semesters festgelegt werden. Sind Vorleistungen definiert, müssen diese vor der Erstprüfung erbracht und positiv bewertet worden sein.

Studierende, bei denen diese Veranstaltung ein Pflichtmodul ist, haben Vorrang.



**EC4010-KP04, EC4010 - Wirtschaftsrecht (WirtRecht)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Sommersemester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Informatik 2019 (Wahlpflicht), Fachübergreifende Kompetenzen, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Wahlpflicht), Fächerübergreifende Module, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2019 (Wahlpflicht), Fächerübergreifende Module, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Angebot fächerübergreifend (Wahlpflicht), Fächerübergreifende Module, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Nicht-Fachspezifisch, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Bachelor Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Nicht-Fachspezifisch, ab 3. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2014 (Wahlpflicht), Fächerübergreifende Module, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Wahlpflicht), Fachübergreifende Kompetenzen, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Wahlpflicht), Fächerübergreifende Module, Beliebige Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• EC4010-V: Wirtschaftsrecht (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• EC4010-Ü: Wirtschaftsrecht (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 60 Stunden Selbststudium</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 15 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Bedeutung rechtlicher Fragen beim unternehmerischen Handeln, insbesondere im F&amp;E-Bereich</li> <li>• Rechtsgeschäfte</li> <li>• Vertragsrecht</li> <li>• Technologieschutz und Intellectual Property (Know-how, Patente, Marken, Designs, mit Lizenzrecht)</li> <li>• Arbeitsrecht</li> <li>• Grundlagen des Gesellschaftsrecht</li> <li>• Durchsetzung von Ansprüchen</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Den Studierenden werden Grundlagenkenntnisse in Rechtsgebieten vermittelt, die für Wissenschaftler wichtig sind, die in einem Unternehmen oder an einer Forschungseinrichtung tätig sind.</li> <li>• Ziel ist es, Verständnis für die juristische Denk- und Arbeitsweise zu schaffen, damit bei Forschungsprojekten, Entwicklungsprojekten und Unternehmensgründungen mögliche rechtliche Fallstricke rechtzeitig erkannt und Risiken reduziert werden können.</li> <li>• Über praxisnahe, übersichtliche Vertrags- und Fallbeispiele soll der Zugang zu rechtlichen Texten und Denkweisen erleichtert werden.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr. Christian Scheiner</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Institut für Entrepreneurship und Business Development</li> <li>• Dr. Carsten Richter</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carsten Richter: Kurshandout - 2026</li> <li>• -: BGB Bürgerliches Gesetzbuch - Beck-Texte, 97. Auflage (2026)</li> <li>• Ann/Hauck/Obergfell: Wirtschaftsrecht kompakt - München 2025</li> <li>• Schönfelder: Deutsche Gesetze Textsammlung - neuste Auflage</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Deutsch angeboten</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- regelmäßige Bearbeitung der Online-Übungen

Modulprüfung(en):

- EC4010-L1 Wirtschaftsrecht, Klausur, 60 min, 100 % der Modulnote

**LS2800 F-MIW - Einführung in die Wirtschaftswissenschaften (WiWi)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Max. Gruppengröße:</b>
1 Semester	Wird nicht mehr angeboten	4 (Typ B)	20
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Nicht-Fachspezifisch, 2. Fachsemester</li> <li>• Bachelor Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Nicht-Fachspezifisch, 4. oder 6. Fachsemester</li> </ul>			
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• EC4001-S: Allgemeine Betriebswirtschaftslehre (Seminar, 3 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 60 Stunden Selbststudium</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> </ul>	
<b>Lehrinhalte:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ökonomische und rechtliche Grundlagen der Marktwirtschaft</li> <li>• Drei zentrale und aktuelle Probleme der Volkswirtschaft (z.B. Globalisierung...)</li> <li>• Aufbau, Organisation und Produktionsmodell eines Betriebes</li> <li>• Produkt- und Preispolitik</li> <li>• Human Resource Management: Der Mensch im Mittelpunkt</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erlernen des Basiswissens der Wirtschaftswissenschaften</li> <li>• Kennen von Struktur und Arbeitsteilung eines Unternehmens</li> <li>• Verständnis für wirtschaftliche Zusammenhänge und Notwendigkeiten</li> </ul>			
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme am Lehrmodul</li> </ul>			
<b>Modulverantwortlicher:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Enno Hartmann</li> </ul>			
<b>Lehrende:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Institut für Entrepreneurship und Business Development</li> <li>• <a href="#">Dr. Stefan Becker</a></li> </ul>			
<b>Literatur:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hutzschenreuter, T.: Allgemeine Betriebswirtschaftslehre - Wiesbaden, 2007</li> <li>• Olfert, K., Rahn, H.-J.: Einführung in die Betriebswirtschaftslehre - Ludwigshafen, 2005, 8. Auflage</li> <li>• Wöhe, G.: Einführung in die Allgemeine Betriebswirtschaftslehre - München, 2010, 24. Auflage</li> <li>• :- daneben: Wirtschaftswoche, The Economist, Die Zeit, Frankfurter Allgemeine Zeitung, Der Spiegel, ...</li> </ul>			
<b>Sprache:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Deutsch angeboten</li> </ul>			
<b>Bemerkungen:</b>			
unbenotet			
<p>Prüfungsvorleistungen können zu Beginn des Semesters festgelegt werden. Sind Vorleistungen definiert, müssen diese vor der Erstprüfung erbracht und positiv bewertet worden sein.</p>			
<p>Modulnummer auslaufend, neue Nummer LS2806-KP04.</p>			

**PS1030-KP04, PS1030 - Englisch (Engl)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Sommersemester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelor Molecular Life Science 2024 (Wahl), Fachübergreifende Kompetenzen, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), fächerübergreifend, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Bachelor Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), fächerübergreifend, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Bachelor Molecular Life Science 2018 (Wahl), Fachübergreifende Kompetenzen, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Bachelor Molecular Life Science 2016 (Wahl), Fachübergreifende Kompetenzen, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Bachelor Biophysik 2016 (Wahlpflicht), Nicht-Fachspezifisch, 6. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Nicht-Fachspezifisch, 2. Fachsemester</li> <li>• Bachelor Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Nicht-Fachspezifisch, 4. oder 6. Fachsemester</li> <li>• Master Molecular Life Science 2009 (Wahl), Fachübergreifende Kompetenzen, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Bachelor Medizinische Ingenieurwissenschaft 2011 (Wahl), Medizinische Ingenieurwissenschaft, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2010 (Wahl), Fachübergreifende Kompetenzen, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Bachelor Molecular Life Science 2009 (Wahl), Fachübergreifende Kompetenzen, Beliebige Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• PS1030-Ü: Englisch-Kurs (Übung, 4 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 60 Stunden Selbststudium</li> <li>• 60 Stunden Präsenzstudium</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übung: Der Inhalt folgt einem Curriculum, dass sich jeweils nach dem Vorwissen und thematisch nach den Vorlieben der TeilnehmerInnen richtet</li> <li>• Erstellung eine Lebenslaufs in englischer Sprache</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende erwerben Basiswissen der englischen Sprache in Wort und Schrift.</li> <li>• Sie verbessern ihre Kommunikation in englischer Sprache.</li> <li>• Sie verbessern ihre Fähigkeiten beim Lesen und Schreiben von englischen Texten, auch Fachliteratur.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• M. Sc. Sara Meitner</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• in Kooperation mit externen Lehrbeauftragten</li> <li>• M. Sc. Sara Meitner</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• :- Aktuelle Publikationen und Artikel</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Englisch angeboten</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		
Zulassungsvoraussetzungen zum Modul: - Keine		
Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung: - Prüfungsvorleistungen können zu Beginn des Semesters festgelegt werden. Sind Vorleistungen definiert, müssen diese vor der Erstprüfung erbracht und positiv bewertet worden sein.		

**PS4620-KP04, PS4620SJ14 - Ethik der Forschung (EthikKP04)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Sommersemester	4 (Typ B)
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelor Angebot fächerübergreifend für Gesundheitswissenschaften (Wahlpflicht), Fächerübergreifende Module, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2019 (Wahlpflicht), Fächerübergreifende Module, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Bachelor Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Nicht-Fachspezifisch, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Nicht-Fachspezifisch, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2014 (Wahlpflicht), Fächerübergreifende Module, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Angebot fächerübergreifend (Wahlpflicht), Fächerübergreifende Module, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Bachelor Angebot fächerübergreifend (Wahlpflicht), Fächerübergreifende Module, Beliebige Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• PS4620-S: Ethik der Forschung in den Life Sciences (Seminar, 2 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 65 Stunden Selbststudium</li> <li>• 30 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 25 Stunden Bearbeitung eines individuellen Themas inkl. Vortrag und schriftl. Ausarbeitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gesellschaftliche und ethische Implikationen der Forschung in den biomedizinischen Wissenschaften und Technologien</li> <li>• Wissenschaftstheoretische und wissenssoziologische Grundlagen der Naturwissenschaften</li> <li>• Good scientific practice</li> <li>• Grundbegriffe der Forschungsethik: Pflichten als Forscher, Pflichten gegenüber Kollegen</li> <li>• Technikkontrolle und -steuerung, Technikbewertung</li> <li>• Neuroethik</li> <li>• Ethik der KI und Robotik</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende können die Methodik der Naturwissenschaften und der Technik in ihren wissenschaftsphilosophischen Grundlagen erklären</li> <li>• Sie können ethische Dimensionen des Handelns und Entscheidens erkennen</li> <li>• Sie können ethische Dimensionen des Handelns und Entscheidens in den Biotechnologien und der KI erkennen und beurteilen</li> <li>• Sie können relevante rechtliche Regelungen in Deutschland verstehen</li> <li>• Sie können sich in aktuelle Diskussionen im Bereich der Bioethik und in der Forschungsethik kompetent einbringen</li> <li>• Sie können über ethische Dimensionen biomedizinischer Wissenschaften reflektieren</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme am Kurs</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr. phil. Christoph Rehmann-Sutter</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Institut für Medizingeschichte und Wissenschaftsforschung</li> <li>• Prof. Dr. med. Cornelius Borck</li> <li>• Prof. Dr. phil. Christoph Rehmann-Sutter</li> <li>• Prof. Dr. phil. Christina Schües</li> <li>• Dr. phil. Frank Wörler</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Urban Wiesing (Hg.): Ethik in der Medizin. Ein Studienbuch - Stuttgart: Reclam 5. Aufl. 2020</li> <li>• Ben Mepham: Bioethics. An Introduction for the Biosciences - Oxford: Oxford University Press 2008</li> <li>• Jennifer A. Parks, Victoria S. Wike: Bioethics in a Changing World - Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall, 2010</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Englisch angeboten</li> </ul>		



**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zum Modul:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung:

- regelmäßige Teilnahme

Modulprüfung:

- PS4620-L1: Ethik der Forschung, Seminar, Essay und Vortrag, 45min, muss bestanden sein

**PS5430-KP04 - Ethical Design Considerations in Medical Technology (EthMedTech)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Sommersemester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Angebot fächerübergreifend (Wahlpflicht), Fächerübergreifende Module, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Fächerübergreifende Module, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Humanmedizin klinischer Abschnitt (Wahlpflicht), Wahlpflicht, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Nicht-Fachspezifisch, ab 2. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• PS5430-V: Ethische Aspekte des Entwurfs von Medizintechnik (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• PS5430-P: Ethische Aspekte des Entwurfs von Medizintechnik (Projektarbeit, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 75 Stunden Selbststudium</li> <li>• 30 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 15 Stunden Eigenständige Projektarbeit</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundbegriffe und Methoden der Ethik.</li> <li>• Ethische Entscheidungsmodelle.</li> <li>• Analysebeispiele und Projekte zu ethischen Fragestellungen in der Medizintechnik.</li> <li>• Innovationsmethodik basierend auf einem angepassten und adaptierten BIODESIGN Prinzip.</li> <li>• Innovationsspiele, Business-, Value Proposition-, Ethik-Canvas.</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden erhalten die theoretischen Grundlagen zu relevanten Ethikfragen, die im Zusammenhang mit Technologie-Entwicklungen auftreten können und lernen entsprechende Methoden zur Ableitung von dedizierten zukunftsorientierten Fragestellungen, die direkt in die Entwicklung einfließen.</li> <li>• Die Studierenden erkennen ethische Probleme in Entwicklungsprozessen und können diese konkret und präzise formulieren.</li> <li>• Die Studierenden können zukünftige und existierende Medizintechnologien hinsichtlich assoziierter ethischer Fragestellungen analysieren.</li> <li>• Die Studierenden können Entscheidungen in Fallbeispielen auf Basis verschiedener ethischer Modelle bewerten.</li> <li>• Die Studierenden können ethisch argumentieren und ihre Meinung in Diskussionen vertreten.</li> <li>• Gleichzeitig lernen die Studenten Prozesse zur Identifikation von Zukunftstrends (exponentielle Technologien) und einer sowohl ethischen, als auch wirtschaftlich hinterfragten Spezifikationsentwicklung basierend auf Innovationsmethoden eines adaptierten BIODESIGN Ansatzes.</li> <li>• Die Studenten werden anhand von konkreten Medizintechnik Entwicklungsideen die ethisch relevanten Fragestellungen eines aktuellen und realen Innovationsprojekts aus dem Bereich der Medizintechnik bearbeiten.</li> <li>• Die Studierenden werden dafür die notwendigen Projekt-Entwicklungsschritte entwickeln und gleichzeitig die Implikationen für den Nutzer und die Gesellschaft hinterfragen und analysieren.</li> <li>• Die Vorlesungsreihe beinhaltet zudem Innovationsspiele und vermittelt ein Basiskonstrukt an Innovationstmethoden zur Entwicklung von kundenorientierten und ethisch hinterfragten Produkt- und Prozessideen aus dem Bereich der Medizintechnik.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vortrag oder Posterpräsentation</li> <li>• Testate für Übungsaufgaben</li> <li>• Portfolio-Prüfung</li> <li>• Diskussionsbeteiligung</li> <li>• Diskussionsbeiträge</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Christian Herzog</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Medizinische Elektrotechnik</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Christian Herzog</a></li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		



- Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern

**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zum Modul:

- Keine

**PS5810-KP04, PS5810 - Wissenschaftliche Lehrtätigkeit (WLehrKP04)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Unregelmäßig	4 (Typ B)
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelor Angebot fächerübergreifend für Gesundheitswissenschaften (Wahlpflicht), Fächerübergreifende Module, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2019 (Wahlpflicht), Fachübergreifende Kompetenzen, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Wahlpflicht), Fächerübergreifende Module, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Angebot fächerübergreifend (Wahlpflicht), Fächerübergreifende Module, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Bachelor Angebot fächerübergreifend (Wahlpflicht), Fächerübergreifende Module, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Fächerübergreifende Module, 3. Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Wahlpflicht), Fächerübergreifende Module, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medieninformatik 2014 (Wahlpflicht), Fächerübergreifende Module, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Nicht-Fachspezifisch, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Bachelor Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Nicht-Fachspezifisch, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Wahlpflicht), Fachübergreifende Kompetenzen, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2010 (Wahl), Fächerübergreifende Module, 3. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2012 (Wahl), Fachübergreifende Kompetenzen, Beliebige Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• PS5810-S: Theorie und Praxis guter Lehre (Seminar, 1 SWS)</li> <li>• PS5810-P: Tätigkeit als Tutorin oder Tutor in einer Lehrveranstaltung (Praktikum, 2 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 60 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung</li> <li>• 45 Stunden Vortrag (inkl. Vor- und Nachbereitung)</li> <li>• 15 Stunden Präsenzstudium</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Organisation und Durchführung wissenschaftlicher Lehrveranstaltungen</li> <li>• Didaktische Grundprinzipien wissenschaftlicher Lehre</li> <li>• Praktische Umsetzung des Gelernten in Tutoren- und Übungsgruppen</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Teilnehmer sind in der Lage, eine studentische Arbeitsgruppe zu leiten und dieser fachliche Sachverhalte angemessen zu vermitteln.</li> <li>• Sie beherrschen grundlegende pädagogische und fachdidaktische Techniken.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regelmäßige Teilnahme an allen Lehrveranstaltungen des Lehrmoduls</li> </ul>		
<b>Modulverantwortliche:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Nico Bunzeck</li> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Jürgen Prestin</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Institut für Mathematik</li> <li>• PD Dr. rer. nat. Jörn Schnieder</li> <li>• Alle prüfungsberechtigten Dozentinnen/Dozenten des Studienganges</li> <li>• Corinna Lütsch</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variabel je nach gewählter Veranstaltung</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		



Zulassungsvoraussetzungen zum Modul:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung:

-Keine

Modulprüfung:

- PS5810-L1: Wissenschaftliche Lehrtätigkeit, unbenotetes Seminar, 0% der Modulnote

Das Seminar muss vor der Tätigkeit als Tutorin oder Tutor besucht werden. Diese Tätigkeit kann nicht vergütet werden.

Den Leistungsnachweis für das Modul stellt die oder der betreuende Dozent der jeweiligen Veranstaltung aus.

**PS5830-KP04, PS5830 - StartUp und New Business (StartUp)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Wird nicht mehr angeboten	4 (Typ B)
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Medieninformatik 2014 (Wahlpflicht), Fächerübergreifende Module, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Bachelor Robotik und Autonome Systeme 2016 (Wahlpflicht), Fachübergreifende Kompetenzen, 5. oder 6. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2014 (Wahlpflicht), Fachübergreifende Kompetenzen, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Nicht-Fachspezifisch, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Bachelor Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Nicht-Fachspezifisch, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Wahlpflicht), Fachübergreifende Kompetenzen, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Bachelor Medizinische Ingenieurwissenschaft 2011 (Wahlpflicht), Fachübergreifende Kompetenzen, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Bachelor Informatik 2014 (Wahlpflicht), Informatik Kernbereich, 5. oder 6. Fachsemester</li> <li>• Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2010 (Wahl), Fachübergreifende Kompetenzen, 2. oder 3. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2012 (Wahlpflicht), Fachübergreifende Kompetenzen, 2. oder 3. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• PS5830-S: StartUp und New Business (Seminar, 1 SWS)</li> <li>• PS5830-P: StartUp und New Business (Praktikum, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 45 Stunden Selbststudium</li> <li>• 30 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 30 Stunden Schriftliche Ausarbeitung</li> <li>• 15 Stunden Vortrag (inkl. Vor- und Nachbereitung)</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entre-/ Intrapreneurship</li> <li>• Business Modellierung</li> <li>• Technologie-Produkt, Wertangebot und Kundennutzen</li> <li>• Zielgruppen, Kundensegmente und Kundenbeziehungen</li> <li>• Vertriebskanäle, Marketing und Ertragsquellen</li> <li>• Schlüssel-Ressourcen/-Aktivitäten/-Partner</li> <li>• Kosten und Finanzierung samt Fördermöglichkeiten</li> <li>• Sonderthemen: Qualität, Zulassung, Rechtsform u.a.</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden haben grundlegende Einsichten im Themenfeld Unternehmensgründung und Neu-Produkt-/Geschäftsentwicklung gewonnen.</li> <li>• Sie haben fundierte Kenntnisse in der Businessmodellierung und -planung erlangt.</li> <li>• Sie können eigenständig einen Businessplan am Beispiel eines eigenen Projektes erstellen.</li> <li>• Sie können die Chancen und Risiken einer Unternehmensgründung und Neu-Produkt-/Geschäftsentwicklung realistisch beurteilen.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskussionsbeiträge</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr. Martin Leucker</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Softwaretechnik und Programmiersprachen</a></li> <li>• Dr. Raimund Mildner</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktuelle Forschungsartikel werden in der Veranstaltung bekanntgegeben.:</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Deutsch angeboten</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		



Ersetzt durch neues Modul EC4008-KP04.

Prüfungsvorleistungen können zu Beginn des Semesters festgelegt werden. Sind Vorleistungen definiert, müssen diese vor der Erstprüfung erbracht und positiv bewertet worden sein.

Studierende, bei denen diese Veranstaltung ein Wahlpflichtmodul ist, haben Vorrang.

**PY1200-KP04, PY1200-MIW - Allgemeine Psychologie 1 (APKP04)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Wintersemester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bachelor Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Nicht-Fachspezifisch, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Nicht-Fachspezifisch, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), fächerübergreifend, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Bachelor Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), fächerübergreifend, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Bachelor Biophysik 2016 (Wahlpflicht), Nicht-Fachspezifisch, 5. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• PY1200-V: Allgemeine Psychologie 1 (Vorlesung, 2 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 90 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung</li> <li>• 30 Stunden Präsenzstudium</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erwerb grundlegenden Wissens der allgemeinen Psychologie in den Bereichen Wahrnehmung, Handlung, Kognition und Sprache</li> <li>• Vermittlung der Grundbegriffe, Konzepte und Theorien der Wahrnehmungs- und Kognitionspsychologie</li> <li>• Erlernen experimentalpsychologischer Grundfertigkeiten für die Planung und Durchführung von Experimenten</li> <li>• Erwerb von Verständnis und Urteilvermögen über Grundbegriffe, Theorien und Methoden aus dem Themengebiet Wahrnehmung, Kognition und Sprache</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können die psychologischen Konzepte in den Bereichen Wahrnehmung, Handlung, Kognition und Sprache erklären und anwenden.</li> <li>• Sie können psychologische Fragestellungen in empirische Forschung umsetzen.</li> <li>• Sie können anhand Ihres Wissens in der allgmeinpsychologischen Forschung wissenschaftlich Urteilen, Denken und Diskutieren.</li> <li>• Sie haben durch Diskussionsfähigkeit und Wissenstransfer Sozialkompetenz erworben.</li> <li>• Sie haben in Bereichen der konzentrierten Wissensaufnahme, kritischen Reflexion und dem Umgang mit Fachliteratur Selbstkompetenz erworben.</li> <li>• Sie können neu erworbenes Wissen selbst strukturieren.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Ulrike Krämer</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Institut für Medizinische Psychologie</li> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Ulrike Krämer</li> <li>• Dr. rer. nat. Dipl.-Psych. Frederike Beyer</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Goldstein: Wahrnehmungspsychologie - Spektrum, 2007</li> <li>• Müsseler (Hrsg.): Allgemeine Psychologie - Spektrum, 2007</li> <li>• Anderson: Kognitive Psychologie (7. Auflage) - Springer, 2013</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Deutsch angeboten</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		



Zulassungsvoraussetzungen zum Modul:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung:

- Prüfungsvorleistungen können zu Beginn des Semesters festgelegt werden. Sind Vorleistungen definiert, müssen diese vor der Erstprüfung erbracht und positiv bewertet worden sein.

Studierende, bei denen diese Veranstaltung ein Pflichtmodul ist, haben Vorrang.

**PY4210-KP04, PY4210 - Ingenieurpsychologie (IngPsy)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Wintersemester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Psychologie 2016 (Wahlpflicht), Psychologie, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Bachelor Psychologie 2016 (Wahlpflicht), Psychologie, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Nicht-Fachspezifisch, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Bachelor Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Nicht-Fachspezifisch, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medieninformatik 2014 (Pflicht), Psychologie, 1. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• PY4210-V: Ingenieurpsychologie (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• PY4210-S: Ingenieurpsychologie (Seminar, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 75 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 45 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Ingenieurpsychologie</li> <li>• Automation</li> <li>• Aufmerksamkeit und Wahrnehmung</li> <li>• Menschzentrierte und erklärbare künstliche Intelligenz</li> <li>• Situation Awareness und mentale Modelle</li> <li>• Workload und Stress</li> <li>• Entscheiden und Handeln</li> <li>• Multitasking und Ressourcenmanagement</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können ingenieurpsychologische Forschungsbeiträge rezipieren, einordnen und nutzen.</li> <li>• Die Studierenden können zentrale Theorien und Befunde der Ingenieurpsychologie mit Bezug zu relevanten Fragestellungen der Mensch-Technik-Interaktion und Interfacekonzeption erläutern.</li> <li>• Die Studierenden können Gestaltungsrichtlinien für Mensch-Maschine-Systeme aus ingenieurpsychologischen Konzepten und Erkenntnissen ableiten.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Portfolio-Prüfung</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Thomas Franke</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Institut für Menschzentrierte Interaktive Systeme</li> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Thomas Franke</li> <li>• Dr. rer. hum. biol. Andreas Sprenger</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wickens, C., Helton, W. S., Hollands, J., Banbury, S. (2021): Engineering Psychology and Human Performance - New York: Routledge</li> <li>• Proctor, R., &amp; van Zandt, T. (2018): Human Factors in Simple and Complex Systems - Boca Raton: CRC Press</li> <li>• Salvendy, G. (2021): Handbook of Human Factors and Ergonomics - New York: Wiley</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Deutsch angeboten</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Prüfungsvorleistungen können zu Beginn des Semesters festgelegt werden. Sind Vorleistungen definiert, müssen diese vor der Erstprüfung erbracht und positiv bewertet worden sein.

Modulprüfung(en):

- PY4210-L1: Ingenieurpsychologie, Portfolioprüfung bestehend aus: 40 Punkten in Form einer Seminarleistung, die semesterbegleitend erbracht wird, und 60 Punkten in Form der Klausur. Die Note ergibt sich wie folgt: 50 bis 54 Punkte für eine 4,0, dann 54,1 bis 59 Punkte für eine 3,7, 59,1 bis 64 Punkte für eine 3,3 und so weiter bis am Ende 94,1 bis 100 Punkte für eine 1,0.

**PS5000-KP06, PS5000 - Studierendentagung (ST)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Wintersemester	6 (Typ B)
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Psychologie - Cognitive Systems 2027 (Pflicht), Psychologie, 3. Fachsemester</li> <li>• Master Psychologie - Cognitive Systems 2022 (Pflicht), Psychologie, 3. Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2023 (Pflicht), Biophysik, 3. Fachsemester</li> <li>• Master Hörakustik und Audiologische Technik 2022 (Pflicht), Hörakustik und Audiologische Technik, 3. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Pflicht), Fächerübergreifende Module, 3. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2019 (Pflicht), Fächerübergreifende Module, 3. Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2019 (Pflicht), Biophysik, 3. Fachsemester</li> <li>• Master Hörakustik und Audiologische Technik 2017 (Pflicht), Hörakustik und Audiologische Technik, 3. Fachsemester</li> <li>• Master Angebot fächerübergreifend (Wahlpflicht), Fächerübergreifende Module, Beliebiges Fachsemester</li> <li>• Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Pflicht), Pflicht-Lehrmodule, 3. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2014 (Pflicht), Fächerübergreifende Module, 3. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Pflicht), Fächerübergreifende Module, 3. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• PS5000-S: Studierendentagung (Seminar, 4 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 155 Stunden Bearbeitung eines individuellen Themas (Poster und Vortrag) und schriftl. Ausarbeitung</li> <li>• 25 Stunden Präsenzstudium</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anfertigung einer wissenschaftlichen Veröffentlichung in englischer Sprache auf Basis der Ergebnisse mindestens eines der Projektpraktika</li> <li>• Anfertigung eines wissenschaftlichen Posters in englischer Sprache auf Basis der Ergebnisse mindestens eines der Projektpraktika</li> <li>• Präsentation eines wissenschaftlichen Posters in deutscher oder englischer Sprache auf Basis der Ergebnisse mindestens eines der Projektpraktika</li> <li>• Vortrag in englischer Sprache auf Basis der Ergebnisse mindestens eines der Projektpraktika</li> <li>• Aktive Teilnahme an der wissenschaftlichen Diskussion</li> <li>• Aktive Teilnahme an einem wissenschaftlichen Peer-review Prozess</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden haben Erfahrung in der gründlichen Aufarbeitung eines wissenschaftlichen Themas</li> <li>• Sie haben die Befähigung ein wissenschaftlich komplexes Gebiet überblicksmäßig und zusammenhängend in einem Vortrag darzustellen</li> <li>• Sie haben Erfahrung in wissenschaftlichen Diskussionen</li> <li>• Sie haben die Fähigkeit in wissenschaftlichen Vorträgen kompetent zu fragen</li> <li>• Sie haben die Befähigung die eigenen Forschungsergebnisse in einem wissenschaftlichen Diskurs erfolgreich zu verteidigen</li> <li>• Sie haben Kenntnis über den Peer-review Prozess von Publikationen.</li> <li>• Sie haben die Befähigung zur konstruktiven Kritik in einem blinden Peer-review Prozess</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme am Lehrmodul</li> </ul>		
<b>Modulverantwortliche:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. habil. Heinz Handels</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Thorsten Buzug</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alle Institute und Kliniken der Universität zu Lübeck</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• wird individuell ausgewählt:</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		

- Wird nur auf Englisch angeboten

**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zum Modul:

- Erfolgreiches Absolvieren mindestens eines Projektpraktikums.
- Anmeldung zu mindestens einem Projektpraktikum muss vorliegen.

Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung:

- Termingerechte Einreichung der Prüfungsleistungen (u.a. Beitrag, korrigierter Beitrag, Poster, Reviews)
- Durchgängige Teilnahme an der Tagung

Da die Inhalte der Präsentation die Ergebnisse mindestens eines der Projektpraktika widerspiegeln sollen, wird der Studierende von der ausgebende Dozentin bzw. dem ausgebenden Dozenten des jeweiligen Projektpraktikums betreut, dessen Ergebnisse vorgestellt werden. Projektpraktika können bei Medizintechnikunternehmen, Hörakustik-Betrieben und IT-Firmen der Gesundheitsbranche sowie Krankenhäusern und Wissenschaftlichen Einrichtungen im In- oder Ausland durchgeführt werden. Obligatorisch ist die Betreuung durch eine/n Hochschullehrer/in der Universität.

Studierende, bei denen diese Veranstaltung ein Pflichtmodul ist, haben Vorrang.

(Anteil Institut für Medizintechnik an allem ist 75%)

(Anteil Medizinische Informatik an allem ist 25%)