



UNIVERSITÄT ZU LÜBECK

Modulhandbuch für den Studiengang

# Master Biophysik 2019

## Biophysik

Theoretische Biophysik (BP4110-KP08, ThBP)	1
Experimentelle Biophysik (BP4510-KP12, ExpBP)	3
Projektpraktikum Biophysik 1 (BP5100-KP12, ProPrakBP1)	5
Projektpraktikum Biophysik 2 (BP5200-KP12, ProPrakBP2)	6
Masterarbeit Biophysik (BP5990-KP30, BPMArbeit)	7
Modulteil LS4020A: Kristallographie (LS4020 A, StrAnaKris)	8
Modulteil LS4020B: NMR-Spektroskopie (LS4020 B, StrAnaNMR)	10
Modulteil LS4020C: Einzelmolekülmethoden (LS4020 C, Einzelstru)	12
Modulteil LS4020D: Mikroskopische Methoden und Anwendung (LS4020 D, StrAnaMikr)	14
Strukturanalytik (LS4020-KP12, StrAnaKP12)	16
Biomedizinische Optik (ME4420-KP12, ME4420, BMO)	17
Modulteil: Biomedizinische Optik 1 (ME4421 T, BioMedOp1)	18
Modulteil: Biomedizinische Optik 2 (ME4422 T, BioMedOp2)	20
Modulteil: Laserphysik und -technologie (ME4423 T, LaPhyTec)	22
Studierendentagung (PS5000-KP06, PS5000, ST)	24

## Vertiefung

Modulteil: Mustererkennung (CS4220 T, MEa)	26
Modulteil: Neuroinformatik (CS4405 T, Neurolnfa)	28
Systembiologie und Bioinformatik (CS4442-KP12, SysBioInf)	30
Signalanalyse (CS4510-KP12, CS4510, SignalAna)	32
Lernende Systeme (CS4511-KP12, CS4511, LernSys)	34
Modulteil: Projektpraktikum Signal- und Bildverarbeitung (CS5194 T, PrBildSiga)	35
Modulteil: Ausgewählte Methoden der Signalanalyse und -verbesserung (CS5275 T, AMSAVa)	36
Modulteil: Seminar Maschinelles Lernen (CS5430 T, SemMaschLa)	38
Modulteil: Maschinelles Lernen (CS5450 T, MaschLerna)	39
Zell- und molekularbiologische Pathomechanismen und Therapieansätze (LS4031-KP12, ZMolPath)	41
Modulteil: Optimierung (MA4030 T, OptiT)	44
Modellierung und Analyse zeitabhängiger biologischer Prozesse und Daten (MA4300-KP12, MA4300, MAPD)	46
Numerische Optimierung (MA4310-KP12, MA4310, NumOpt)	47
Modulteil: Biosignalanalyse (MA4330 T, BioSAT)	48
Modulteil: Modellierung Biologischer Systeme (MA4450 T, MoBST)	49
Modulteil: Numerik der Bildverarbeitung (MA5032 T, NumerikBVT)	51
Modulteil: Variationsrechnung und Partielle Differentialgleichungen (MA5034 T, VariPDET)	53
Neurowissenschaften (MZ4110-KP12, Neuro)	55

## Modulteil



Modulteil: Molekulare Bioinformatik (CS4440 T, MolBioInfA)

57

## Wahlpflicht

Mensch-Computer-Interaktion (CS3010-KP04, CS3010, MCI)	59
Computer Vision (CS4250-KP04, CS4250, CompVision)	61
Medizinische Robotik (CS4270-KP04, CS4270, MedRob)	63
Künstliche Intelligenz 2 (CS5204-KP04, CS5204, KI2)	64
Artificial Life (CS5410-KP04, ArtiLife)	65
Seminar Neuro- und Bioinformatik (CS5440-KP04, CS5440, SemNeurBio)	66
Biostatistik 2 (MA2600-KP04, MA2600, BioStat2)	67
Stochastik 2 (MA4020-KP04, MA4020, Stoch2)	69
Chaos und Komplexität (MA4400-KP05, ChaKomKP05)	71
Bio-Robotik / Collective Robotics (RO5202-KP04, CollRobo)	72
Soziale Robotik (RO5600-KP06, SocRob)	73
Evolutionary Robotics (RO5700-KP04, EvoRob)	74
Elektronik und Optik (XM1600-KP08, ElaOp)	75

**BP4110-KP08 - Theoretische Biophysik (ThBP)**

<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 Biophysik 2019 (Pflicht), Biophysik, 1. und 2. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• BP4110-Ü: Theoretische Biophysik (Übung, 1 SWS)</li> <li>• BP4110-V: Theoretische Biophysik (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• LS5710-V: Moleküldynamik (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• LS5710-Ü: Moleküldynamik (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 150 Stunden Selbststudium</li> <li>• 90 Stunden Präsenzstudium</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> <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>• 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> <li>• Kenntnis der Grundlagen von Kraftfeldmodellen und quantenchemischen Verfahren</li> <li>• Einblick in die theoretische Moleküldynamik</li> <li>• Ausbau der physikalischen Modellbildungskompetenz</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 ME4600 C: Biophysik 1 (ME4600 C)</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• PD Dr. rer. nat. Hauke Paulsen</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Physik</a></li> <li>• PD Dr. rer. nat. Hauke Paulsen</li> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Christian Hübner</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> <li>• <a href="#">Andrew R Leach: Molecular Modelling: Principles and Applications - Prentice Hall, 2nd edition 2001</a></li> </ul>		



**Sprache:**

- Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig

**Bemerkungen:**

Ist gleich ME4260-KP04 und LS5710-KP04

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

**BP4510-KP12 - Experimentelle Biophysik (ExpBP)**

<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 Biophysik 2019 (Pflicht), Biophysik, 2. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• LS4135-Ü: Proteinbiophysik (Übung, 1 SWS)</li> <li>• LS4135-V: Proteinbiophysik (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• LS4131-V: Grundlagen der Membranbiophysik (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• LS4131-Ü: Grundlagen der Membranbiophysik (Übung, 1 SWS)</li> <li>• ME4250-Ü: Instrumentierung in der Biophysik (Übung, 1 SWS)</li> <li>• ME4250-V: Instrumentierung in der Biophysik (Vorlesung, 2 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 225 Stunden Selbststudium</li> <li>• 135 Stunden Präsenzstudium</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>• Kinetik der Proteinfaltung</li> <li>• Thermodynamik enzymatischer Reaktionen</li> <li>• Kinetik enzymatischer Reaktionen</li> <li>• Bedeutung und Funktion biologischer Membranen: Struktur, physikalische Funktion, dynamische Modelle</li> <li>• Grundlagen der Membrankomponenten</li> <li>• Thermodynamische Selbstaggregation und Rekonstitutionsmodelle</li> <li>• Mechanische Eigenschaften von Membranen</li> <li>• Transmembrane- und Intrinsische-Membranpotentiale</li> <li>• Physikalische Prinzipien der Membrantransportmechanismen</li> <li>• Untersuchungen an Lipidmonoschichten</li> <li>• Elektrische und optische Messungen an planaren Lipiddoppelschichten</li> <li>• Beispiele für Interaktionen zwischen Peptiden/Proteinen und planaren Membranen</li> <li>• Spektroskopische Untersuchungen an Membranen und Membranproteinen</li> <li>• Licht- und Kraftmikroskopie an Membranen</li> <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>• Verständnis physikalischer Prinzipien von: Proteinfaltung, Proteindynamik, Proteininteraktion</li> <li>• Den Bestandteilen und dem Aufbau von biologischen Membranen</li> <li>• Der Rolle und Funktion von Membranlipiden und -proteinen</li> <li>• Den mechanischen und elektrischen Eigenschaften von Membranen</li> <li>• Den Methoden zur Untersuchung von künstlichen und natürlichen Membranen</li> <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>• Mündliche Prüfung</li> </ul>		
<b>Setzt voraus:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Biophysik (LS2200-KP04, LS2200)</li> </ul>		

**Modulverantwortlicher:**

- Prof. Dr. rer. nat. Christian Hübner

**Lehrende:**

- [Forschungszentrum Borstel](#)
- [Institut für Physik](#)
  
- Prof. Dr. rer. nat. Christian Hübner
- PD Dr. rer. nat. Hauke Paulsen
- Prof. Dr. rer. nat. Thomas Gutschmann
- PD Dr. rer. nat. Andra Schromm
- Dr. Christian Nehls

**Literatur:**

- Hans Frauenfelder, Shirley Chan und Winnie Chan: Physics of Proteins: An Introduction to Molecular Biophysics (Biological and Medical Physics, Biomedical Engineering) - von Springer, Berlin (Gebundene Ausgabe - 30. Dezember 2010)
- Alan Fersht: Structure & Mechanism in Protein Science: Guide to Enzyme Catalysis and Protein Folding - W H Freeman & Co (Gebundene Ausgabe - 15. Februar 1999)
- Meyer B. Jackson: Molecular and Cellular Biophysics - ISBN: 978-0-521-62470-1
- 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
- Yves Dufrene (Ed.): Life at the Nanoscale - Pan Stanford Publishing 2011, ISBN 978-981-4267-96-0

**Sprache:**

- Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig

**Bemerkungen:**

Ist gleich LS4130 B/LS4135-KP04, LS4130 A/LS4131-KP04, ME4250 A

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

**BP5100-KP12 - Projektpraktikum Biophysik 1 (ProPrakBP1)**

<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 Biophysik 2019 (Pflicht), Biophysik, 3. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• BP5100-BP: Blockpraktikum BP 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>• Projektbearbeitung in einem konkreten Forschungszusammenhang</li> <li>• Dokumentation, Präsentation, Motivation in heterogenen Umgebungen</li> <li>• Strategien der Literaturrecherche</li> <li>• Analyse und Kuratierung komplexer experimenteller Daten</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden haben ein tiefgehendes Verständnis ausgewählter Aspekte der Biophysik.</li> <li>• Sie sind in der Lage, ausgewählte Aspekte der Biophysik 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>• B-Schein (unbenotet)</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studiengangsleitung</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>• Alle Dozentinnen/Dozenten der UzL</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>• Deutsch, außer bei nur englischsprachigen Teilnehmern</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		
<p>Die Praktika können auch in der Industrie, Kliniken, Hochschulen und Forschungseinrichtungen außerhalb der Universität zu Lübeck absolviert werden. Es wird empfohlen, sich um einen Platz im Ausland zu bemühen. Beide Projektpraktika können zu einem großen Praktikum zusammengelegt werden.</p>		

**BP5200-KP12 - Projektpraktikum Biophysik 2 (ProPrakBP2)**

<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 Biophysik 2019 (Pflicht), Biophysik, 3. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• BP5200-BP: Blockpraktikum BP 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>• Projektbearbeitung in einem konkreten Forschungszusammenhang</li> <li>• Dokumentation, Präsentation, Motivation in heterogenen Umgebungen</li> <li>• Strategien der Literaturrecherche</li> <li>• Analyse und Kuratierung komplexer experimenteller Daten</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden haben ein tiefgehendes Verständnis ausgewählter Aspekte der Biophysik.</li> <li>• Sie sind in der Lage, ausgewählte Aspekte der Biophysik 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>• B-Schein (unbenotet)</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studiengangsleitung</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>• Alle Dozentinnen/Dozenten der UzL</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>• Deutsch, außer bei nur englischsprachigen Teilnehmern</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		
<p>Die Praktika können auch in der Industrie, Kliniken, Hochschulen und Forschungseinrichtungen außerhalb der Universität zu Lübeck absolviert werden. Es wird empfohlen, sich um einen Platz im Ausland zu bemühen. Beide Projektpraktika können zu einem großen Praktikum zusammengelegt werden.</p>		

**BP5990-KP30 - Masterarbeit Biophysik (BPMArbeit)**

<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 Biophysik 2019 (Pflicht), Biophysik, 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 Selbststudium</li> <li>• 30 Stunden Vortrag (inkl. Vor- und Nachbereitung)</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbständiges wissenschaftliches Bearbeiten einer komplexen Aufgabenstellung aus der Biophysik 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 Aufgabenstellung 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> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studiengangsleitung</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alle Institute 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>		
Die Gewichtung der Abschlussarbeit ist 2/3 für die schriftliche Ausarbeitung und 1/3 für den Vortrag.		

**LS4020 A - Modulteil LS4020A: Kristallographie (StrAnaKris)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>	<b>Max. Gruppengröße:</b>
1 Semester	Jedes Wintersemester	3	60
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Molecular Life Science 2018 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Strukturbioogie, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Infection Biology 2018 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Fächerübergreifende Module, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2019 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Biophysik, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Modulteil eines Pflichtmoduls), MML/Nebenfach Life Science, 3. Fachsemester</li> <li>• Master Molecular Life Science 2016 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Strukturbioogie, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Infection Biology 2012 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Fächerübergreifende Module, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2010 (Modulteil eines Wahlmoduls), MML/Life Science, 3. Fachsemester</li> <li>• Master Molecular Life Science 2009 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Strukturbioogie, 1. Fachsemester</li> </ul>			
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• LS4021-V: Kristallographie (Vorlesung, 2 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 60 Stunden Selbststudium</li> <li>• 30 Stunden Präsenzstudium</li> </ul>	
<b>Lehrinhalte:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kristallwachstum, Fällungsmitteln und Phasendiagramm, Kristallmorphologie, Symmetrie und Raumgruppen, Kristallogeneese</li> <li>• Röntgenstrahlen, Röntgenquellen, Röntgenbeugung, Bragg'sche Gesetz, Reziprokes Gitter und Ewald-Kugel Konstruktion</li> <li>• Röntgenbeugung an Elektronen, Fourieranalyse und -synthese</li> <li>• Aufklärung der Raumstruktur von Proteinen mit Hilfe der Kristallographie, Phasenproblem, Patterson Karte, Molekularer Ersatz (MR), Multipler Isomorpher Ersatz (MIR), Anomale Diffraktion bei mehreren Wellenlängen (MAD)</li> <li>• Röntgenstrukturanalyse und Strukturbasierte Suche nach Leitverbindungen: Protein-Ligand wechselwirkungen</li> <li>• Praktische Übungen am Röntgendiffraktometer (Streubild aufnehmen) und Komputter (MR; Elektronendichtenkarten erstellen und deuten)</li> <li>• Besuch des Synchrotrons DESY (Hamburg)</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sie haben eine naturwissenschaftliche Basiskompetenz auf dem Gebiet der Röntgenstrukturanalyse</li> <li>• Sie haben die Methodenkompetenz, Proteinkristallen zu züchten mittels hängender oder sitzender Tropfen</li> <li>• Sie haben die Methodenkompetenzen, das Streubild eines Kristalls unter Verwendung der Ewaldkugel-Konstruktion, korrekt zu deuten (ob Protein oder Salz)</li> <li>• Sie haben die Methodenkompetenzen, das Phasenproblem über entweder MR, MIR oder MAD anzugehen</li> <li>• Sie können Elektronendichtenkarten erstellen und deuten</li> <li>• Sie haben die Methodenkompetenz, Struktur- oder Fragmentbasierte Ansätze zur Auffindung von Leitverbindungen umzusetzen</li> <li>• Sie haben die Kommunikationskompetenz, im Gespräch mit Anderen die Prinzipien der Röntgenbeugungstheorie zu vermitteln</li> </ul>			
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• siehe Bemerkungen</li> </ul>			
<b>Modulverantwortliche:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Christian Hübner</li> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Thomas Peters</li> </ul>			
<b>Lehrende:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Biochemie</a></li> <li>• Dr. math. et dis. nat. Jeroen Mesters</li> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Rolf Hilgenfeld</li> </ul>			
<b>Literatur:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jan Drenth: Principles of Protein X-ray Crystallography - Science+Business Media, LLC, New York</li> </ul>			
<b>Sprache:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Englisch angeboten</li> </ul>			



**Bemerkungen:**

Ist Modulteil von:

- LS4021-KP06 (ehemals LS4020-IB) -> Prof. Hübner
- LS4020-KP06 (ehemals LS4020-MLS) and LS4020-KP12 -> Prof. Peters

4 Übungen, jeweils 2 Stunden, werden zusätzlich zur Vorlesung angeboten. Die Termine werden zu Beginn des Semesters vergeben.

Für Master MLS Schwerpunkt Strukturbiologie ist es ein Pflichtmodul.

(Ist Modulteil von LS4020-KP06)

(Ist Modulteil von LS4020-KP12)

(Ist Modulteil von LS4021-KP06)

**LS4020 B - Modulteil LS4020B: NMR-Spektroskopie (StrAnaNMR)**

<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 Molecular Life Science 2018 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Strukturbioogie, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Infection Biology 2018 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Fächerübergreifende Module, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2019 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Biophysik, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Modulteil eines Pflichtmoduls), MML/Nebenfach Life Science, 3. Fachsemester</li> <li>• Master Molecular Life Science 2016 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Strukturbioogie, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Infection Biology 2012 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Fächerübergreifende Module, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2010 (Modulteil eines Wahlmoduls), MML/Life Science, 3. Fachsemester</li> <li>• Master Molecular Life Science 2009 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Strukturbioogie, 1. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• LS4024-V: NMR-Spektroskopie (Vorlesung, 2 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 60 Stunden Selbststudium</li> <li>• 30 Stunden Präsenzstudium</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsinhalte:</li> <li>• Zuordnung von NMR-Spektren</li> <li>• Beschreibung des NOESY-Experiments mit Hilfe des klassischen Vektormodells</li> <li>• Chemischer Austausch und Transfer NOE</li> <li>• Multidimensionale NMR-Spektroskopie</li> <li>• Zuordnungsstrategien für die Zuordnung von Peptiden</li> <li>• Einführung in den Produktoperatorformalismus (POF)</li> <li>• Beschreibung des COSY und des HSQC Experimentes mit Hilfe des POF</li> <li>• NMR zur Zuordnung von Proteinen</li> <li>• NMR Strukturanalyse von Proteinen</li> <li>• NMR-Experimente zur Analyse der Dynamik von Proteinen</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erwerb erweiterter Kenntnisse zur Analyse und Zuordnung von NMR-Spektren</li> <li>• Vertieftes Verständnis von NMR-Experimenten mit Hilfe des Produktoperatorformalismus</li> <li>• Erwerb von Grundkenntnissen zur Analyse der Struktur und Dynamik von Proteinen mit Hilfe von NMR-Experimenten</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• siehe Bemerkungen</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Thomas Peters</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Chemie und Metabolomics</a></li> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Thomas Peters</li> <li>• PD Dr. rer. nat. Karsten Seeger</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• James Keeler: Understanding NMR Spectroscopy - Wiley</li> <li>• Horst Friebolin: Ein- und zweidimensionale NMR-Spektroskopie. Eine Einführung - Wiley-VCH</li> <li>• Malcolm H. Levitt: Spin Dynamics - Basics of Nuclear Magnetic Resonance - Wiley-VCH</li> <li>• D. Neuhaus &amp; M. P. Williamson: The Nuclear Overhauser Effect in Structural and Conformational Analysis - Wiley-VCH</li> <li>• Timothy Claridge: High-Resolution NMR Techniques in Organic Chemistry - Pergamon Press</li> <li>• : Aktuelle wissenschaftliche Literatur</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Englisch angeboten</li> </ul>		



**Bemerkungen:**

Ist Modulteil von:

- LS4021-KP06 (ehemals LS4020-IB) -> Prof. Hübner
- LS4020-KP06 (ehemals LS4020-MLS) and LS4020-KP12 -> Prof. Peters

Übungen sind in die Vorlesung integriert.

Für den Master MLS mit Schwerpunkt Strukturbiologie ist es ein Pflichtmodulteil.

(Ist Modulteil von LS4020-KP06)

(Ist Modulteil von LS4020-KP12)

(Ist Modulteil von LS4021-KP06)

**LS4020 C - Modulteil LS4020C: Einzelmolekülmethoden (Einzelstru)**

<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 Molecular Life Science 2018 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Strukturbiologie, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Infection Biology 2018 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Fächerübergreifende Module, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2019 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Biophysik, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Modulteil eines Pflichtmoduls), MML/Nebenfach Life Science, 3. Fachsemester</li> <li>• Master Molecular Life Science 2016 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Strukturbiologie, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Infection Biology 2012 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Fächerübergreifende Module, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2010 (Modulteil eines Wahlmoduls), MML/Life Science, 3. Fachsemester</li> <li>• Master Molecular Life Science 2009 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Strukturbiologie, 1. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• LS4022-V: Einzelmolekülmethoden (Vorlesung, 2 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 60 Stunden Selbststudium</li> <li>• 30 Stunden Präsenzstudium</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Physikalische Grundlagen der Fluoreszenz</li> <li>• Photophysik</li> <li>• Mikroskopietechniken</li> <li>• Proteinmarkierung</li> <li>• Fluoreszenz-Resonanz-Energietransfer (FRET)</li> <li>• Einzelmolekül-Enzymologie</li> <li>• Einzelmolekül-Proteinfaltung</li> <li>• Physikalische Grundlagen der optischen Pinzette</li> <li>• Proteinfaltung mit der optischen Pinzette</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verständnis der physikalischen Grundlagen von Einzelmolekülexperimenten</li> <li>• Verständnis des Nutzens von Einzelmolekülexperimenten</li> <li>• Verständnis der Grenzen von Einzelmolekülexperimenten</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• siehe Bemerkungen</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>• Prof. Dr. rer. nat. Christian Hübner</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lakowicz, Joseph R: Principles of Fluorescence Spectroscopy - ISBN 978-0-387-46312-4</li> <li>• Markus Sauer, Johan Hofkens, Jörg Enderlein: Handbook of Fluorescence Spectroscopy and Imaging: From Ensemble to Single Molecules - ISBN: 978-3-527-31669-4</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Englisch angeboten</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		



Ist Modulteil von:

- LS4021-KP06 (ehemals LS4020-IB) -> Prof. Hübner
- LS4020-KP06 (ehemals LS4020-MLS) and LS4020-KP12 -> Prof. Peters

Dieses Modulteil ist identisch zu LS4020 C-MIW ohne Seminar.  
Für Master MLS mit Schwerpunkt Strukturbiologie ist es ein Pflichtmodul.

- (Ist Modulteil von LS4020-KP06)
- (Ist Modulteil von LS4020-KP12)
- (Ist Modulteil von LS4021-KP06)

**LS4020 D - Modulteil LS4020D: Mikroskopische Methoden und Anwendung (StrAnaMikr)**

<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 Molecular Life Science 2018 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Strukturbioogie, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Infection Biology 2018 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Fächerübergreifende Module, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2019 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Biophysik, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Modulteil eines Pflichtmoduls), MML/Nebenfach Life Science, 3. Fachsemester</li> <li>• Master Molecular Life Science 2016 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Strukturbioogie, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Infection Biology 2012 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Fächerübergreifende Module, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2010 (Modulteil eines Wahlmoduls), MML/Life Science, 3. Fachsemester</li> <li>• Master Molecular Life Science 2009 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Strukturbioogie, 1. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• LS4026-V: Mikroskopische Methoden und Anwendung (Vorlesung, 2 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 60 Stunden Selbststudium</li> <li>• 30 Stunden Präsenzstudium</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lichtmikroskopie</li> <li>• Konfokalmikroskopie</li> <li>• 2-Photonen Mikroskopie</li> <li>• Lichtquellen und Detektoren</li> <li>• Fluoreszenzfarbstoffe; GFP und genetisch kodierte Fluoreszenzmarker; Lebendzell/Intravital Imaging: wichtige experimentelle Parameter</li> <li>• Markierung und Identifizierung von Zellkompartimenten mit Fluoreszenz</li> <li>• Protein-Protein Interaktionen in Lebendzellen: FRET, FLIM; Biosensoren</li> <li>• Photo-aktivierbare/-umschaltbare fluoreszierende Proteine; Fluorescent Timers</li> <li>• Super-auflösende 3D Fluoreszenz-Mikroskopie: STED, PALM, STORM</li> <li>• In vivo Imaging von Geweben and an lebenden Tieren</li> <li>• Anwendungen von Durchfluss-Zytometrie &amp; Fluoreszenz-aktivierter Zell-Sortierung</li> <li>• Elektronen-Mikroskopie: TEM, Immungold Markierung; Überblick über Zell-Ultrastruktur; Korrelative EM/Licht Mikroskopie; Scanning Elektronen- Mikroskopie (SEM)</li> <li>• Biolumineszenz; High-content Screening; Technologien in der Entwicklung</li> <li>• Datenformate- und Daten-Speichermedia; Kursnachbesprechung; &amp; danach:</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Licht- und Fluoreszenzmikroskopie sowie Elektronenmikroskopie</li> <li>• Kenntnisse über Methoden zur Markierung und mikroskopischen Visualisierung von Proteinen und sub-zellulären Strukturen</li> <li>• Anwendungen von Lebendzell-Mikroskopie, Intravital-Imaging, und quantitativen Fluoreszenztechniken</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• siehe Bemerkungen</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 Biologie</a></li> <li>• Prof. Dr. rer nat. Rainer Duden</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• -: <a href="http://micro.magnet.fsu.edu/primer/index.html">http://micro.magnet.fsu.edu/primer/index.html</a></li> <li>• -: <a href="http://www.microscopyu.com/smallworld/">http://www.microscopyu.com/smallworld/</a></li> <li>• -: <a href="http://www.olympusmicro.com/">http://www.olympusmicro.com/</a></li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		

- Wird nur auf Englisch angeboten

**Bemerkungen:**

Ist Modulteil von:

- LS4021-KP06 (ehemals LS4020-IB) -> Prof. Hübner
- LS4020-KP06 (ehemals LS4020-MLS) and LS4020-KP12 -> Prof. Peters

Für Master MLS mit Schwerpunkt Strukturbiologie ist es ein Pflichtmodul.

(Anteil Biologie an Vorlesung ist 60%)

(Anteil Biomedizinische Optik an Vorlesung ist 40%)

(Ist Modulteil von LS4020-KP06)

(Ist Modulteil von LS4020-KP12)

(Ist Modulteil von LS4021-KP06)

**LS4020-KP12 - Strukturanalytik (StrAnaKP12)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Wintersemester	12
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Biophysik 2019 (Pflicht), Biophysik, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Molecular Life Science 2016 (Pflicht), Strukturbiologie, 1. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe LS4020 A: Kristallographie (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• Siehe LS4020 B: NMR-Spektroskopie (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• Siehe LS4020 C: Einzelmolekülmethoden (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• Siehe LS4020 D: Mikroskopische Methoden und Anwendung (Vorlesung, 2 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 240 Stunden Selbststudium</li> <li>• 120 Stunden Präsenzstudium</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe LS4020 A bis D</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe LS4020 A bis D</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. Thomas Peters</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Physik</a></li> <li>• <a href="#">Institut für Biologie</a></li> <li>• <a href="#">Institut für Biochemie</a></li> <li>• <a href="#">Institut für Chemie und Metabolomics</a></li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Thomas Peters</li> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Rolf Hilgenfeld</li> <li>• Dr. math. et dis. nat. Jeroen Mesters</li> <li>• PD Dr. rer. nat. Karsten Seeger</li> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Christian Hübner</li> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Rainer Duden</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		
<p>MLS: Pflichtmodul für Schwerpunkt Strukturbiologie: es sind alle 4 Veranstaltungen zu belegen. Jedes gewählte Modulteil geht mit 25 % in die Note ein.</p> <p>Es gibt für je zwei Modulteil eine separate Klausur. Zwei gewählte Modulteil müssen an einem Termin, also an dem ersten Termin zu Semesterende oder an dem zweiten der angebotenen Termine am Ende der Ferien geschrieben werden (siehe hierzu auch die PO). Die beiden weiteren Modulteil können an einem nächsten Termin geschrieben werden.</p>		
(Besteht aus LS4020 A, LS4020 B, LS4020 C, LS4020 D)		

**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 Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Pflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, 1. und 2. Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Vertiefungsmodul), Technologiefach Medizinische Ingenieurwissenschaft, Beliebiges Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2019 (Pflicht), Biophysik, 1. und 2. Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Vertiefungsmodul), Technologiefach Medizinische Ingenieurwissenschaft, 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>• Prof. Dr. rer. nat. Alfred Vogel</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> <li>• PD Dr. rer. nat. Gereon Hüttmann</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>• 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>		
<p>(Besteht aus ME4421 T, ME4422 T, ME4423 T) und dem Seminar Biomedizinische Optik</p> <p>Prüfungsvorleistungen können zu Beginn des Semesters festgelegt werden. Sind Vorleistungen definiert, müssen diese vor der Erstprüfung erbracht und positiv bewertet worden sein.</p>		

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

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

**Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:**

- Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Medizinische Ingenieurwissenschaft, 1. Fachsemester
- Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester
- Master Biophysik 2019 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Biophysik, 1. Fachsemester
- Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester
- Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Medizinische Ingenieurwissenschaft, 1. Fachsemester

**Lehrveranstaltungen:**

- ME4421-V: Biomedizinische Optik 1 (Vorlesung, 2 SWS)

**Arbeitsaufwand:**

- 40 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung
- 30 Stunden Präsenzstudium
- 20 Stunden Prüfungsvorbereitung

**Lehrinhalte:**

- Gewebsoptik
- Photophysik von Molekülen und fluoreszierende Marker
- Photochemie, Photobiologie, und photodynamische Therapie
- Spektroskopische Gewebecharakterisierung und diagnose
- Raman Spektroskopie und Bildgebung
- Kohärenz des Lichts und dessen Bedeutung für die biomedizinische Optik
- Erzeugung, Steuerung und Detektion von Licht
- Thermische Wirkung von Licht auf Biomoleküle und Gewebe, Ratenprozesse
- Selektive Behandlung von okularen Strukturen mit Online-Dosimetrie
- Mechanismen der Laserablation
- Laserablation an Gewebeoberflächen und im Körper & Chirurgie mit fokussiertem Ultraschall
- Nichtlineare Wechselwirkung von Licht mit Materie
- Plasmavermittelte Chirurgie am Beispiel refraktiver Hornhautchirurgie und Kataraktchirurgie
- Optische Manipulation von Mikrostrukturen (Scissors, Tweezers, Catapulting)
- Plasmonische Systeme und Nanooptik, optische Biosensoren

**Qualifikationsziele/Kompetenzen:**

- Die Studierenden können die grundlegenden Methoden diagnostischer und therapeutischer optischer Verfahren in der Biomedizin darstellen, illustrieren und vergleichen.
- Sie können die Vor- und Nachteile der jeweiligen Methoden beurteilen und Konsequenzen für eine mögliche Anwendung skizzieren.
- Sie können die möglichen Wechselwirkungen von Licht und Gewebe erklären und den dafür relevanten Verfahren zuordnen.
- Die Studierenden sind methodisch in der Lage, komplexe optische Verfahren in ihrer Gesamtheit zu klassifizieren und in Unterpunkten zu analysieren.
- Sie besitzen ein vertieftes Verständnis der wissenschaftlichen Grundlagen optischer Verfahren in der Biomedizin und können dieses selbstständig anwenden sowie auf verwandte Problemstellungen übertragen.

**Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:**

- Mündliche Prüfung

**Voraussetzung für:**

- Modulteil: Biomedizinische Optik 2 (ME4422 T)

**Modulverantwortlicher:**

- Siehe Hauptmodul

**Lehrende:**

- [Institut für Biomedizinische Optik](#)
- Prof. Dr. rer. nat. Alfred Vogel
- PD Dr. rer. nat. Gereon Hüttmann



**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)

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> 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, Beliebiges Fachsemester
- Master Biophysik 2019 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Biophysik, 2. Fachsemester
- Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebiges Fachsemester
- Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Medizinische Ingenieurwissenschaft, 2. Fachsemester

**Lehrveranstaltungen:**

- ME4422-V: Biomedizinische Optik 2 (Vorlesung, 2 SWS)

**Arbeitsaufwand:**

- 40 Stunden Selbststudium
- 30 Stunden Präsenzstudium
- 20 Stunden Prüfungsvorbereitung

**Lehrinhalte:**

- Lichtmikroskopie: Strahlenoptik, Wellenoptik, Fourier-Optik
- Mikroskop-Beleuchtung & Kontrastierungsverfahren für Phasenobjekte
- Phasenkontrast- und Differentialinterferenzkontrast
- Marker- und Targeting-Techniken, GFP, Quantum Dots, FRET
- Dekonvolution & optische Schnittbildung durch strukturierte Beleuchtung, Konfokalmikroskopie, 2-Photonenmikroskopie
- Nanoskopie jenseits des Abbe-Limits: Prinzipien und biologische Anwendungen
- Optische Kohärenztomographie (OCT): Prinzipien, technische Umsetzung und klinische Anwendungen
- Opto-akustische Tomografie und Mikroskopie
- Elektronenmikroskopie, Prinzipien und biologische Anwendungen von TEM, REM, Kryo-EM

**Qualifikationsziele/Kompetenzen:**

- Die Studierenden besitzen ein vertieftes Verständnis und Fachwissen über die modernen optischen Bildgebungsverfahren der Biomedizin und können dieses illustrieren und entsprechende Anwendungsbereiche qualitativ beurteilen.
- Sie können die bei den jeweiligen Verfahren auftretende Wechselwirkung von Licht und Gewebe erklären, sie mathematisch beschreiben und ihre Auswirkungen vorhersagen.
- Die Studierenden besitzen die Fach- und Methodenkompetenz, komplexe Sachverhalte in ihrer Gesamtheit zu klassifizieren und in Unterpunkten kompakt darzustellen und zu analysieren.
- Die Studierenden können die erlernte Fachkompetenz auf andere Problemstellungen übertragen und neue Konzepte entwickeln.

**Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:**

- Diskussionsbeteiligung

**Setzt voraus:**

- Modulteil: Biomedizinische Optik 1 (ME4421 T)

**Modulverantwortlicher:**

- Siehe Hauptmodul

**Lehrende:**

- [Institut für Biomedizinische Optik](#)
- Prof. Dr. rer. nat. Alfred Vogel
- PD Dr. rer. nat. Gereon Hüttmann

**Literatur:**

- D. B. Murphy: Fundamentals of Light Microscopy and Electronic Imaging - Wiley-Liss 2001
- J. Mertz: Optical Microscopy - Roberts & Co. Publ. 2010
- 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)

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

Prüfungsvorleistungen sind ein Vortrag und Diskussionsbeteiligung.

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

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

**Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:**

- Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Medizinische Ingenieurwissenschaft, 1. Fachsemester
- Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebiges Fachsemester
- Master Biophysik 2019 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Biophysik, 1. Fachsemester
- Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebiges Fachsemester
- Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Medizinische Ingenieurwissenschaft, 1. Fachsemester

**Lehrveranstaltungen:**

- ME4423-V: Laserphysik (Vorlesung, 2 SWS)

**Arbeitsaufwand:**

- 45 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung
- 30 Stunden Präsenzstudium
- 15 Stunden Prüfungsvorbereitung

**Lehrinhalte:**

- Grundlegendes zum Laser (Was ist ein Laser, Geschichte des Lasers, Laserparameter)
- Grundeigenschaften von Licht, Lichtausbreitung (Gaußsche Bündel, Resonatoren, Stabilitätsbedingungen, wellenlängenselektive Elemente)
- Licht und Materie (Strahlungswechselwirkungen, stimulierte und spontane Emission, Lichtverstärkung)
- Laser (Grundzüge der Lasertheorie, Ratengleichungen, Laserschwelle, Laserdynamik)
- Lasertypen (Gaslaser, Ionenlaser, Festkörperlaser, Faserlaser, Halbleiterlaser)
- nichtlineare Optik (Frequenzverdopplung und Konversion)
- Ultrakurze Lichtimpulse

**Qualifikationsziele/Kompetenzen:**

- Sie beurteilen welche Lasertypen für welche Anwendungen geeignet sind.
- Sie können Konzepte für neue Laser-Anwendungen implementieren.
- Sie können die wichtigsten Lasertypen auflisten.
- Sie können die Grundbegriffe der Laserphysik erklären.
- Sie können Laser formal analysieren.
- Sie können das Potential von Laserstrahlung anhand der Parameter beurteilen.

**Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:**

- Prüfungsform hängt vom übergeordneten Modul ab

**Modulverantwortlicher:**

- Siehe Hauptmodul

**Lehrende:**

- [Institut für Biomedizinische Optik](#)
- [Prof. Dr. rer. nat. Robert Huber](#)
- [Dr. rer. nat. Ralf Brinkmann](#)
- [Prof. Dr. rer. nat. Sebastian Karpf](#)

**Literatur:**

- Dieter Meschede: Optics, Light and Lasers - Wiley-VCH 2007
- Walter Koechner: Solid State Laser Engineering - Springer 1999
- Saleh/Teich: Grundlagen der Photonik - Wiley-VCH 2008

**Sprache:**

- Wird nur auf Deutsch angeboten

**Bemerkungen:**



(Ist Modulteil von ME4420)

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

**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 Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Pflicht), Fachübergreifende Kompetenzen, 3. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2019 (Pflicht), Fachübergreifende Kompetenzen, 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), Robotik und Autonome Systeme, 3. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2014 (Pflicht), Fachübergreifende Kompetenzen, 3. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Pflicht), Fachübergreifende Kompetenzen, 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>• B-Schein (unbenotet)</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>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Englisch angeboten</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		



Da die Inhalte der Präsentation die Ergebnisse mindestens eines der Projektpraktika widerspiegeln sollen, wird der Studierende von der ausübenden Dozentin bzw. dem ausübenden 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.

(Anteil Institut für Medizintechnik an allem ist 75%)

(Anteil Medizinische Informatik an allem ist 25%)

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.

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

<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 (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 Hörakustik und Audiologische Technik 2017 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Hörakustik und Audiologische Technik, 2. 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>		



**Sprache:**

- Wird nur auf Deutsch angeboten

**Bemerkungen:**

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

(Ist gleich CS4220SJ14)

(Ist Modulteil von CS4510, CS4290, CS5274-KP08)

Für Details siehe Hauptmodul.

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

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

**Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:**

- Master Informatik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester
- Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester
- Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester
- Master Medizinische Informatik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester
- Master Biophysik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Vertiefung, 2. Fachsemester
- Master IT-Sicherheit 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, 1. oder 2. 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 Wahlmoduls), Informatik/Elektrotechnik, 2. Fachsemester
- Master Informatik 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester

**Lehrveranstaltungen:**

- CS4405-V: Neuroinformatik (Vorlesung, 2 SWS)
- CS4405-Ü: Neuroinformatik (Übung, 1 SWS)

**Arbeitsaufwand:**

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

**Lehrinhalte:**

- Überblick über das Gehirn, Neurone und (abstrakte) Neuronenmodelle
- Lernen mit einem Neuron:\* Perzeptrons\* Max-Margin-Klassifikation\* LDA und logistische Regression
- Netzwerkarchitekturen:\* Hopfield-Netze\* Multilayer-Perzeptrons\* Deep Learning
- Methoden des unüberwachten Lernens:\* k-means, Neural Gas und SOMs\* PCA & ICA\* Sparse Coding

**Qualifikationsziele/Kompetenzen:**

- Die Studierenden verstehen die grundsätzliche Funktionsweise eines Neurons und des Gehirns.
- Sie kennen abstrakte Neuronenmodelle und können für die unterschiedlichen Ansätze Einsatzgebiete benennen.
- Sie können die grundlegenden mathematischen Techniken anwenden, um Lernregeln aus einer gegebenen Fehlerfunktion abzuleiten.
- Sie können die vorgestellten Lernregeln und Lernverfahren anwenden und teilweise auch implementieren, um gegebene praktische Probleme zu lösen.

**Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:**

- Prüfungsform hängt vom übergeordneten Modul ab

**Modulverantwortlicher:**

- Siehe Hauptmodul

**Lehrende:**

- [Institut für Neuro- und Bioinformatik](#)
- [Prof. Dr. rer. nat. Thomas Martinetz](#)

**Literatur:**

- S. Haykin: Neural Networks - London: Prentice Hall, 1999
- J. Hertz, A. Krogh, R. Palmer: Introduction to the Theory of Neural Computation - Addison Wesley, 1991
- T. Kohonen: Self-Organizing Maps - Berlin: Springer, 1995
- H. Ritter, T. Martinetz, K. Schulten: Neuronale Netze: Eine Einführung in die Neuroinformatik selbstorganisierender Netzwerke - Bonn: Addison Wesley, 1991

**Sprache:**

- Wird nur auf Deutsch angeboten

**Bemerkungen:**



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)

**CS4442-KP12 - Systembiologie und Bioinformatik (SysBioInf)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
2 Semester	Jedes Wintersemester beginnend	12
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Biophysik 2019 (Vertiefung), Vertiefung, 1. und 2. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS4440-V: Molekulare Bioinformatik (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• CS4440-Ü: Molekulare Bioinformatik (Übung, 1 SWS)</li> <li>• MA4450-V: Modellierung biologischer Systeme (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• MA4450-Ü: Modellierung biologischer Systeme (Übung, 1 SWS)</li> <li>• EW4170-V: Einführung in die klassische und translationale Systembiologie (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• EW4170-Ü: Einführung in die klassische und translationale Systembiologie (Übung, 2 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 170 Stunden Selbststudium</li> <li>• 150 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 40 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Methoden für schnellen Genomvergleich</li> <li>• Auswertung von Daten zur Genexpression und Sequenzvariation</li> <li>• Fortgeschrittener Umgang mit biologischen Datenbanken (Sequenz, Motif, Struktur, Regulation, Interaktion)</li> <li>• Einfache zeitdiskrete deterministische Modelle</li> <li>• Strukturierte zeitdiskrete Populationsdynamik</li> <li>• Erzeugende Funktionen, Galton-Watson-Prozesse</li> <li>• Markov-Ketten mit Anwendungen</li> <li>• Modellierung von Daten und Datenanalyse</li> <li>• Einführung in das Genom und Proteom von zellulären Systemen</li> <li>• Netzwerke: zelluläre, genetische, genregulatorische Netzwerke, Interaktom, Transkriptom und Proteom</li> <li>• Analyse von dynamischen Systemen: Fixpunkte, Bifurkationen, Feedback</li> <li>• Bioinformatische Analysen von Omics Daten</li> <li>• Einführung in öffentliche Datenbanken: z.B. STRING, Gene Expression Omnibus, TCGA, KEGG, Reactome, MSigDB</li> <li>• Übungen: Praktische Übungen zu Analyse von dynamischen Systemen und zellulären Signalwegen in R</li> <li>• Übungen zum Einlesen, Analysieren und Visualisieren von hochdimensionalen Daten mit R</li> <li>• Übungen zur Analyse von Proteininteraktionsnetzwerken</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können indexbasierte Software auf Next-Generation Sequencing Daten anwenden.</li> <li>• Sie können molekular-biologische Datenbanken nutzen und entwerfen.</li> <li>• Sie können statistisch signifikante Veränderungen in Microarray-Daten feststellen.</li> <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> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, die Grundkonzepte der Signalverarbeitung in Lebewesen zu erklären</li> <li>• Sie können Begriffe wie Genom, Transkriptom, Interaktom und Proteom richtig einzuordnen</li> <li>• Sie können dynamische Systeme und deren Eigenschaften analysieren</li> <li>• Sie kennen die gängigen Methoden / bioinformatischen Algorithmen</li> <li>• Praktischen Übungen werden die Studenten ermutigen, ihr Wissen zu diesen Themen zu vertiefen</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>• Stochastik 1 (MA2510-KP04, MA2510)</li> <li>• Analysis 2 (MA2500-KP04, MA2500)</li> <li>• Lineare Algebra und Diskrete Strukturen 2 (MA1500-KP08, MA1500)</li> <li>• Einführung in die Bioinformatik (CS1400-KP04, CS1400)</li> </ul>		

**Modulverantwortlicher:**

- Prof. Dr. rer. nat. Thomas Martinetz

**Lehrende:**

- Institut für Experimentelle Dermatologie (LIED)
- Institut für Mathematik
- Institut für Neuro- und Bioinformatik
  
- Prof. Dr. Bernhard Haubold
- Prof. Dr. rer. nat. Thomas Martinetz
- Dr. rer. nat. Kurt Fellenberg
- Prof. Dr. rer. nat. Karsten Keller
- Prof. Dr. Hauke Busch
- Dr. Axel Künstler

**Literatur:**

- M. S. Waterman: Introduction to Computational Biology - London: Chapman and Hall 1995
- B. Haubold, T. Wiehe: Introduction to Computational Biology - Birkhäuser 2007
- R. Durbin, S. Eddy, A. Krogh, G. Mitchison: Biological sequence analysis. Probabilistic models - Cambridge, MA: Cambridge University Press
- J. Setubal, J. Meidanis: Introduction to computational molecular - Pacific Grove: PWS Publishing Company
- D. M. Mount: Bioinformatics - Sequence and Genome - New York: Cold Spring Harbor Press
- F. Brauer, 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
- Marian Walhout, Marc Vidal, Job Dekker: Handbook of Systems Biology: Concepts and Insights - (Englisch) Gebundene Ausgabe 15. November 2012
- Edda Klipp, Wolfram Liebermeister, Christoph Wierling, Axel Kowald: Systems Biology: A Textbook - (Englisch) Taschenbuch 20. April 2016
- Yoram Vodovotz and Gary: An Translational Systems Biology, Concepts and Practice for the Future of Biomedical Research

**Sprache:**

- Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig

**Bemerkungen:**

Umfasst Veranstaltungen, die auch in CS4440 T, MA4450 T-INF und EW4170 T genutzt werden.

Ist gleich CS4516-KP12 Bioinformatik und Systembiologie

**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 Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Vertiefungsmodul), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Vertiefungsmodul), Technologiefach Informatik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2019 (Wahlpflicht), Vertiefungsmodule, 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), Technologiefach Informatik, 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 CS4220 T: Mustererkennung (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>• Erfolgreiche Lösung der Projektaufgabe</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr.-Ing. Alfred Mertins</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Institut für Signalverarbeitung</li> <li>• Prof. Dr.-Ing. Alfred Mertins</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:**

Das Modul umfasst als einzige Prüfung eine mündliche Prüfung mit Dauer und Umfang gemäß PVO. Die erfolgreiche Lösung der Projektaufgabe, Seminarvortrag und Übungsaufgaben sind Prüfungsvorleistungen.

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

(Besteht aus CS4220 T, CS5275 T, CS5194 T)

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

<b>Dauer:</b> 2 Semester	<b>Angebotsturnus:</b> Unregelmäßig	<b>Leistungspunkte:</b> 12
-----------------------------	--	-------------------------------

**Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:**

- Master Informatik 2019 (Wahlpflicht), Kanonische Vertiefung Bioinformatik und Systembiologie, Beliebige Fachsemester
- Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Vertiefungsmodul), Informatik/Elektrotechnik, Beliebige Fachsemester
- Master Informatik 2019 (Wahlpflicht), Kanonische Vertiefung Data Science und KI, Beliebige Fachsemester
- Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Vertiefungsmodul), Technologiefach Informatik, Beliebige Fachsemester
- Master Informatik 2019 (Wahlpflicht), Vertiefungsmodul, Beliebige Fachsemester
- Master Biophysik 2019 (Vertiefungsmodul), Vertiefung, 1. und 2. Fachsemester
- Master IT-Sicherheit 2019 (Vertiefungsmodul), Vertiefung Informatik, 1. oder 2. Fachsemester
- Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Vertiefungsmodul), Informatik/Elektrotechnik, 1. und 2. Fachsemester
- Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Vertiefungsmodul), Technologiefach Informatik, 2. und 3. Fachsemester
- Master Informatik 2014 (Vertiefungsmodul), Vertiefung, 2. und 3. Fachsemester

**Lehrveranstaltungen:**

- Siehe CS4405 T: Neuroinformatik (Vorlesung mit Übungen, 3 SWS)
- Siehe CS5450 T: Maschinelles Lernen (Vorlesung mit Übungen, 3 SWS)
- Siehe CS5430 T: Seminar Maschinelles Lernen (Seminar, 2 SWS)

**Arbeitsaufwand:**

- 180 Stunden Selbststudium
- 120 Stunden Präsenzstudium
- 40 Stunden Prüfungsvorbereitung
- 20 Stunden Bearbeitung eines individuellen Themas inkl. Vortrag und schriftl. Ausarbeitung

**Lehrinhalte:**

- s. Moduleile

**Qualifikationsziele/Kompetenzen:**

- s. Moduleile

**Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:**

- Mündliche Prüfung

**Modulverantwortlicher:**

- [Prof. Dr. rer. nat. Thomas Martinetz](#)

**Lehrende:**

- [Institut für Neuro- und Bioinformatik](#)
- [Prof. Dr. rer. nat. Thomas Martinetz](#)
- [Prof. Dr.-Ing. Erhardt Barth](#)

**Literatur:**

- : Siehe Literatur in den Moduleilen

**Sprache:**

- Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig

**Bemerkungen:**

Für Informatik-Studierende mit dem Anwendungsfach Bioinformatik wird die Lehrveranstaltung CS4405 T Neuroinformatik ersetzt durch CS5204 T Künstliche Intelligenz 2

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

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

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

<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 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>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Alfred Mertins</a></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>		
<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>(Ist Modulteil von CS4510)</p>		

**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 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 Hörakustik und Audiologische Technik 2017 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Hörakustik und Audiologische Technik, 2. Fachsemester</li> <li>• Master IT-Sicherheit 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Robotics and Autonomous Systems 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>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Alfred Mertins</a></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:**

(Ist Modulteil von CS4290, CS4510, CS5400, CS5274-KP08)  
(Ist gleich CS5275)

Für Details siehe Hauptmodul.

**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 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>• Vermittlung der Grundlagen wissenschaftlichen Arbeitens</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>		
<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>(Ist Modulteil von CS4511)</p>		

**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 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 Robotics and Autonomous Systems 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>		



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

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

Prüfungsvorleistungen:

Teilnahme an der Übung,

Bestehen von mindestens 70% der Übungsaufgaben.

**LS4031-KP12 - Zell- und molekularbiologische Pathomechanismen und Therapieansätze (ZMolPath)**

<b>Dauer:</b> 2 Semester	<b>Angebotsturnus:</b> Jedes Wintersemester beginnend	<b>Leistungspunkte:</b> 12
-----------------------------	--	-------------------------------

**Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:**

- Master Biophysik 2019 (Vertiefungsmodul), Vertiefung, 1. und 2. Fachsemester

**Lehrveranstaltungen:**

- LS4112-V: Pharmakologie und Toxikologie (Vorlesung, 2 SWS)
- LS4111-V: Drug Design (Vorlesung, 2 SWS)
- LS4012-V: Zellbiologie in den Grundlagen der Virologie (Vorlesung, 2 SWS)
- LS4040-V: Allgemeine Virologie und biologische Sicherheit (Vorlesung, 2 SWS)

**Arbeitsaufwand:**

- 240 Stunden Selbststudium
- 120 Stunden Präsenzstudium

**Lehrinhalte:**

- Einführung in die Pharmakologie
- Pharmakodynamik
- Pharmakokinetik
- Orale Antidiabetika
- Pharmakologie des Renin-Angiotensin-Aldosteron-Systems
- Zerebrovaskuläre Pharmakologie
- Reverse Pharmakologie
- Pharmakologie der Blut-Hirnschranke
- Schlaf und Hypnotika
- Antiepileptika
- Genterapie
- Schmerzphysiologie und analgetische Therapien
- Medikamenten-Entwicklung - ein Überblick
- Target Identifizierung und Validierung
- Die Rolle der Röntgen Kristallographie in der Medikamenten-Entwicklung
- Struktur-basierte Medikamentenentwicklung - Prinzipien und Methoden
- Fallstudien der struktur-basierten Medikamentenentwicklung
- Kombinatorische Ansätze zur Nukleinsäure-Wirkstoffidentifizierung
- Oligomere Nukleinsäurewirkstoffe
- Zelluläre Applikation von Nukleinsäurewirkstoffen mittels nicht-viraler Carrier-Systeme II
- Sekretion in Pro- und Eukaryonten
- Bau, Funktion, Biogenese und Stasis membranumschlossene Kompartimente der Eukaryonten
- Zellfusion, Zytokinese und Vererbung von Organellen
- RNA-Metabolismus
- Geschichte der Virologie
- Virustaxonomie und Aufbau
- Virusmorphologie im Überblick
- Virale Lebenszyklen (Entry, Assembly, Budding)
- Genomreplikationsmechanismen
- Evolution von Viren
- Grundlegende virologische Techniken und Methoden der Virusdiagnostik
- Blut-Übertragene Viren und Virussicherheit bei Blutprodukten
- Sicherheitseinstufung von Viren

**Qualifikationsziele/Kompetenzen:**

- Wirkungen von Arzneimitteln auf den Organismus (Pharmakodynamik)
- Zeitliche Abläufe der Arzneimittelkonzentration im Organismus (Pharmakokinetik)
- Wirkmechanismen verschiedener Arzneimittelgruppen
- Experimentelle Methoden der Pharmakologie
- Grundlegende Strategien des Drug Designs
- Weg von der Entdeckung eines Wirkprinzips bis zum Marktprodukt. Rationales Drug Design
- Anhand von Beispielen werden Struktur-Wirkungs- Beziehungen erläutert und Techniken vorgestellt, die die theoretische Vorhersage

und die experimentelle Überprüfung solcher Beziehungen ermöglichen, insbesondere die komplementäre Verwendung von kristallographischen Methoden und NMR-Experimenten

- Die Studierenden sollen diese Verfahren kritisch beurteilen und in ihren Grenzen erkennen können
- Fähigkeit, die neu vermittelten detaillierte zellbiologischen Kenntnisse mit dem schon erworbenen Wissen zu verknüpfen und im Kontext anderer Module anzuwenden.
- Fähigkeit, den Zusammenhang zwischen zellbiologischen Gegebenheiten der Wirtszellen und den in der Evolution entstandenen molekularen Strategien viraler und anderer mikrobiologischer Parasiten zu erkennen
- Sie können systematische Einordnungen von Viren vornehmen
- Sie können virale Lebenszyklen und Replikationsstrategien vergleichend erläutern
- Sie können grundlegende Maßnahmen zur Virussicherheit von Blutprodukten auflisten
- Sie besitzen die Grundlagenkenntnisse im Gentechnikrecht und der Biostoffverordnung.

---

**Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:**

- Klausur

---

**Modulverantwortliche:**

- Prof. Dr. rer. nat. Enno Hartmann
- Prof. Dr. rer. nat. Thomas Peters

**Lehrende:**

- [Institut für Virologie und Zellbiologie](#)
- [Institut für Biologie](#)
- [Institut für Chemie und Metabolomics](#)
- [Institut für Experimentelle und Klinische Pharmakologie und Toxikologie](#)
- [Institut für Molekulare Medizin](#)
- [Institut für Biochemie](#)
  
- Prof. Dr. rer. nat. Thomas Peters
- Prof. Dr. rer. nat. Olaf Jöhren
- PD Dr. Martin Tegtmeier
- Dr. rer. nat. Jan Wenzel
- Prof. Dr. rer. nat. Tobias Restle
- Dr. rer. nat. Alessandra Mescalchin
- Prof. Dr. rer. nat. Rolf Hilgenfeld
- Prof. Dr. med. Markus Schwaninger
- Dr. med. Dirk Ridder
- Prof. Dr. rer. nat. Walter Raasch
- Prof. Dr. rer. nat. Norbert Tautz
- Dr. rer. nat. Olaf Isken
- Prof. Dr. rer. nat. Enno Hartmann
- [Prof. Dr. rer. medic. Lisa Marshall](#)
- [Dr. rer. nat. Dipl.-Psych. Sonja Binder](#)
- Dr. rer. nat. Sivaraj Mohana Sundaram
- Dr. rer. nat. Marietta Zille
- Dr. rer. nat. Sonja Petkovic
- Dr. Lars Redecke
- Dr. math. et dis. nat. Jeroen Mesters

---

**Literatur:**

- Goodman & Gilman's: The Pharmacologic Basis of Therapeutics - von Brunton L, Lazo J, Parker K, - 12th Ed., McGraw-Hill 2011, ISBN 0071422803
- Lüllmann H. Mohr K. Hein L.: Pocket Atlas of Pharmacology - 4th Ed., Thieme 2011, ISBN 9783131503114
- G. Klebe: Wirkstoffdesign - Spektrum-Verlag Heidelberg, 2009. ISBN 978-3-8274-2046-6
- A. Hillisch & R. Hilgenfeld, Birkhäuser: Modern Methods in Drug Discovery - Basel, Boston, Berlin 2003, ISBN 3-7643-6081-X
- : Grundlagen- und Übersichtsartikel für beide Veranstaltungen
- Lodish: Molecular Cell Biology
- Alberts: Molecular Biology of the Cell
- S.J. Flint et al.: Principles of Virology: Molecular Biology, Pathogenesis, and Control of Animal Viruses - American Society Microbiology, February 2009, 3rd Ed., ISBN: 978-1-55581-443-4

---

**Sprache:**



- Wird nur auf Englisch angeboten

**Bemerkungen:**

Ist gleich LS4110 A, LS4110 B, LS4010 A und LS4040-KP04 (ohne Praktikum).

**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 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>• 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, Newton-Verfahren, Quasi-Newton-Verfahren)</li> <li>• Nichtlineare Optimierung mit Nebenbedingungen (Lagrange-Multiplikatoren)</li> <li>• Diskrete Optimierung</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>• Mehr- und hochdimensionale Datenverarbeitung (MA5036-KP05)</li> <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)

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

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> </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 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. Karsten Keller</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Mathematik</a></li> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Karsten Keller</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 Module</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>Das Modul umfasst als einzige Prüfung eine mündliche Prüfung mit Dauer und Umfang gemäß PVO. Übungsaufgaben sind Prüfungsvorleistungen.</p> <p>Prüfungsvorleistungen können zu Beginn des Semesters festgelegt werden. Sind Vorleistungen definiert, müssen diese vor der Erstprüfung erbracht und positiv bewertet worden sein.</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> </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 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>• Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten</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. rer. nat. Jan Modersitzki</li> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Jan Lellmann</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>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>Das Modul umfasst als einzige Prüfung eine Klausur oder mündliche Prüfung mit Dauer und Umfang gemäß PVO. Prüfungsvorleistungen sind eine Präsentation und Übungsausgaben. Prüfungsvorleistungen können zu Beginn des Semesters festgelegt werden. Sind Vorleistungen definiert, müssen diese vor der Erstprüfung erbracht und positiv bewertet worden sein.</p> <p>(Besteht aus MA4030 T, MA5034 T, MA5032 T)</p>		

<b>MA4330 T - Modulteil: Biosignalanalyse (BioSAT)</b>		
<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 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 mathematischer 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>• Prof. Dr. rer. nat. Karsten Keller</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)		
<p>Prüfungsvorleistungen können zu Beginn des Semesters festgelegt werden. Sind Vorleistungen definiert, müssen diese vor der Erstprüfung erbracht und positiv bewertet worden sein.</p>		

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

<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), Mathematik/Naturwissenschaften, Beliebiges Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Vertiefung, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Mathematik/Naturwissenschaften, 1. 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>• 160 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>• Einfache zeitdiskrete deterministische Modelle</li> <li>• Strukturierte zeitdiskrete Populationsdynamik</li> <li>• Erzeugende Funktionen, Galton-Watson-Prozesse</li> <li>• Markov-Ketten mit Anwendungen</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>• Prüfungsform hängt vom übergeordneten Modul ab</li> <li>• Übungsaufgaben</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>• Siehe Hauptmodul</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Mathematik</a></li> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Karsten Keller</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.

(Ist gleich MA4450)

(Ist Modulteil von MA4300)

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 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>• 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>• Modellierung</li> <li>• Diskretisierung</li> <li>• Numerische Verfahren zur Lösung partieller Differentialgleichungen</li> <li>• Multilevel- und Multiskalen-Strategien</li> <li>• Optimierungsverfahren</li> <li>• Multigrid-Verfahren</li> <li>• Operator-Splitting</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:</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>• 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>• Nocedal Wright: Numerical Optimization - Springer, 2006</li> <li>• Modersitzki: FAIR: Flexible Algorithms for Image Registration - SIAM, 2009</li> <li>• Weickert: Anisotropic Diffusion in Image Processing - Wiley, 1998</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)

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

**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 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>• 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>• Funktionalanalytische Grundlagen</li> <li>• Einführung in die Variationsrechnung</li> <li>• Einführung in Partielle Differentialgleichungen</li> <li>• Anwendungen in der Bild- und Datenverarbeitung</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 Partiiellen 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:</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>• 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>• Prof. Dr. rer. nat. Jan Modersitzki</li> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Jan Lellmann</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chan &amp; Shen: Image Processing and Analysis - SIAM</li> <li>• Modersitzki: Flexible Algorithms for Image Registration - SIAM</li> <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>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		



(Ist Teilmodul von MA4310)

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

**MZ4110-KP12 - Neurowissenschaften (Neuro)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
2 Semester	Jedes Wintersemester beginnend	12
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Biophysik 2019 (Vertiefungsmodul), Vertiefung, 1. und 2. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• MZ4110-V: Neurowissenschaften 1 (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• MZ4110-S: Neurowissenschaften 1 (Seminar, 2 SWS)</li> <li>• MZ4111-V: Neurowissenschaften 2 (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• MZ4111-S: Neurowissenschaften 2 (Seminar, 2 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 240 Stunden Selbststudium</li> <li>• 120 Stunden Präsenzstudium</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikro- und Makroskopische Anatomie des ZNS</li> <li>• Elektrische Aktivität von Neuronen</li> <li>• Kanäle und Transporter in Neuronen</li> <li>• Synaptische Transmission</li> <li>• Neurotransmitter und ihre Rezeptoren</li> <li>• Intrazelluläre Signaltransduktion in Neuronen</li> <li>• Plastizität und Gedächtnis</li> <li>• Zirkadiane Rhythmen und Schlaf</li> <li>• Das visuelle System</li> <li>• Entwicklung des Nervensystems</li> <li>• Stamm- u. Progenitorzellen</li> <li>• Morbus Alzheimer</li> <li>• Pathophysiologie zerebrovaskulärer Störungen</li> <li>• Neuroimmunologie der Multiplen Sklerose</li> <li>• Epilepsien</li> <li>• Erregerbedingte Erkrankungen des Gehirns</li> <li>• M. Parkinson und andere Bewegungsstörungen</li> <li>• Neurogenetische Erkrankungen</li> <li>• Schizophrenie</li> <li>• Neuropathien</li> <li>• Neurometabolische Erkrankungen</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Neurowissenschaften verstehen</li> <li>• Aufbau und die Entwicklung des Gehirns verstehen</li> <li>• Neuronale Erregung und Signalübertragung verstehen</li> <li>• Beispiele für Verhalten und Plastizität kennenlernen</li> <li>• Einführung in die Biologie neuronaler Stammzellen</li> <li>• Einführung in verschiedene neuropathologischen Erkrankungen</li> <li>• Verständnis molekularer Mechanismen neuropathologischer Erkrankungen</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. Olaf Jöhren</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Klinik für Neurologie</a></li> <li>• <a href="#">Medizinische Klinik I</a></li> <li>• <a href="#">Klinik für Neurochirurgie</a></li> <li>• <a href="#">Institut für Physiologie</a></li> <li>• <a href="#">Institut für Experimentelle und Klinische Pharmakologie und Toxikologie</a></li> </ul>		

- Prof. Dr. rer. nat. Olaf Jöhren
- Prof. Dr. med. Cor de Wit
- Prof. Dr. rer. nat. Henrik Oster
- Prof. Dr. med. Markus Schwaninger
- PD Dr. rer. nat. Christina Zechel
- Prof. Dr. rer. nat. Katja Lohmann
- PD Dr. Sc. Ana Westenberger

---

**Literatur:**

- Nicholls: From Neuron to Brain: A Cellular and Molecular Approach to the Function of the Nervous System - ISBN-10: 0878936092, 679 Seiten, Palgrave Macmillan; 5th edition (2012)
- Purves: Neuroscience - ISBN-10: 0878936955, 858 Seiten, Palgrave Macmillan; 5th edition. (2011)
- Brady: Basic Neurochemistry: Principles of Molecular, Cellular, and Medical Neurobiology - ISBN-10: 0123749476, 1096 Seiten, Academic Press; 8th Edition (2011)
- : Original- und Übersichtsartikel
- Purves: Neuroscience - ISBN-10: 0878936955, Palgrave Macmillan; 5th edition. (2011)

---

**Sprache:**

- Wird nur auf Deutsch angeboten

---

**Bemerkungen:**

Ist gleich MZ5110 B und MZ4120 B

**CS4440 T - Modulteil: Molekulare Bioinformatik (MolBioInfa)**

<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 Informatik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, 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 Molecular Life Science 2009 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Fachübergreifende Kompetenzen, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2019 (Teil eines Vertiefungsmoduls), Modulteil, Beliebige Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS4440-V: Molekulare Bioinformatik (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• CS4440-Ü: Molekulare Bioinformatik (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 45 Stunden Selbststudium</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 20 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Methoden für schnellen Genomvergleich</li> <li>• Auswertung von Daten zur Genexpression und Sequenzvariation</li> <li>• Fortgeschrittener Umgang mit biologischen Datenbanken (Sequenz, Motif, Struktur, Regulation, Interaktion)</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können indexbasierte Software auf Next-Generation Sequencing Daten anwenden.</li> <li>• Sie können molekular-biologische Datenbanken nutzen und entwerfen.</li> <li>• Sie können statistisch signifikante Veränderungen in Microarray-Daten feststellen.</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>• Einführung in die Bioinformatik (CS1400-KP04, CS1400)</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. Bernhard Haubold</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Thomas Martinetz</a></li> <li>• Dr. rer. nat. Kurt Fellenberg</li> <li>• MitarbeiterInnen des Instituts</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• M. S. Waterman: Introduction to Computational Biology - London: Chapman and Hall 1995</li> <li>• B. Haubold, T. Wiehe: Introduction to Computational Biology - Birkhäuser 2007</li> <li>• R. Durbin, S. Eddy, A. Krogh, G. Mitchison: Biological sequence analysis. Probabilistic models - Cambridge, MA: Cambridge University Press</li> <li>• J. Setubal, J. Meidanis: Introduction to computational molecular - Pacific Grove: PWS Publishing Company</li> <li>• D. M. Mount: Bioinformatics - Sequence and Genome - New York: Cold Spring Harbor Press</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 gleich CS4440)

(Ist Modulteil von CS4441-KP08, CS4516-KP12)

Veranstaltungen auch genutzt in CS4442-KP12.

**CS3010-KP04, CS3010 - Mensch-Computer-Interaktion (MCI)**

<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 Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Wahlpflicht), Fachübergreifende Kompetenzen, Beliebiges Fachsemester</li> <li>• Bachelor Informatik 2019 (Pflicht), Grundlagen der Informatik, 5. Fachsemester</li> <li>• Bachelor Robotik und Autonome Systeme 2020 (Wahlpflicht), Informatik, 5. oder 6. Fachsemester</li> <li>• Bachelor Medizinische Informatik 2019 (Wahlpflicht), Informatik, 4. bis 6. Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Psychologie 2016 (Wahlpflicht), Fachübergreifende Kompetenzen, ab 3. Fachsemester</li> <li>• Bachelor Informatik 2016 (Pflicht), Grundlagen der Informatik, 5. Fachsemester</li> <li>• Bachelor IT-Sicherheit 2016 (Pflicht), Informatik, 3. Fachsemester</li> <li>• Bachelor Robotik und Autonome Systeme 2016 (Wahlpflicht), Informatik, 5. oder 6. Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Wahlpflicht), Fachübergreifende Kompetenzen, Beliebiges Fachsemester</li> <li>• Master Psychologie 2013 (Wahlpflicht), Fachübergreifende Kompetenzen, 3. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2014 (Wahlpflicht), Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Bachelor Informatik 2014 (Pflicht), Grundlagen der Informatik, 5. Fachsemester</li> <li>• Bachelor Medizinische Informatik 2014 (Wahlpflicht), Informatik, 5. oder 6. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS3010-V: Mensch-Computer-Interaktion (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• CS3010-Ü: Mensch-Computer-Interaktion (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 und Übersicht über den Themenkomplex</li> <li>• Normen und rechtliche Grundlagen</li> <li>• Menschliche Informationsverarbeitung und Handlungsprozesse</li> <li>• Modelle für Mensch-Computer-Systeme und Interaktive Medien</li> <li>• Ein-/Ausgabegeräte und Interaktionstechnologien</li> <li>• Benutzerzentrierter Entwicklungsprozess und spezielle Benutzergruppen</li> <li>• Usability Engineering</li> <li>• Systemparadigmen und entsprechende Systembeispiele</li> <li>• Evaluation und Wirkungsanalysen</li> <li>• Innovative Konzepte und Systeme</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die Prinzipien und Methoden der kontext-, aufgaben- und benutzerzentrierten Entwicklung interaktiver Systeme.</li> <li>• Sie haben grundlegende Kenntnisse über die menschliche Informationsverarbeitung und können diese im Gestaltungsprozess einbringen.</li> <li>• Sie kennen die grundlegenden Modelle Interaktiver Systeme und können diese zur Analyse und Bewertung dieser anwenden.</li> <li>• Sie besitzen die Fähigkeit zur kriterienorientierten Analyse und Bewertung interaktiver Systeme.</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>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Nicole Jochems</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Multimediale und Interaktive Systeme</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Nicole Jochems</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• M. Dahm: Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion - Pearson Studium, 2006</li> </ul>		



- J.A. Jacko: The Human-Computer Interaction Handbook - CRC Press, 2012

**Sprache:**

- Wird nur auf Deutsch angeboten

**Bemerkungen:**

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

**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 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 Problemen 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>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern</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.

Prüfungsvorleistungen:

Teilnahme an der Übung,

Bestehen von mindestens 70% der Übungsaufgaben.

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>• Die Teilnehmer können ohne weitere Hilfen zu einer vorgelegten Konstruktion mit 6 Freiheitsgraden eine Rückwärtsrechnung erstellen, programmieren und anwenden.</li> <li>• Entwurfziele für eine neue Robotikanwendung können formuliert und in ein praxisgerechtes System umgesetzt werden.</li> <li>• Mathematische Grundlagen und Verfahren des maschinellen Lernens können auf das Lernen von Bewegungen angewandt werden.</li> <li>• Die Dynamik von Bewegungen im Raum kann auf Lernverfahren abgebildet werden.</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. Achim Schweikard</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Robotik und Kognitive Systeme</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Achim Schweikard</a></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>		

**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), Informatik, 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>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Achim Schweikard</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Robotik und Kognitive Systeme</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Achim Schweikard</a></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>		

**CS5410-KP04 - Artificial Life (ArtiLife)**

<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 Biophysik 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2010 (Wahl), Informatik, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2010 (Wahl), Life Sciences, Beliebige 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>• CS5410-V: Artificial Life (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• CS5410-Ü: Artificial Life (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>• Arten (künstlichen) Lebens</li> <li>• Künstliche Chemie und Self-Replicating Code</li> <li>• Einführung in die Informationstheorie</li> <li>• Grundzüge der statistischen Mechanik und Thermodynamik</li> <li>• Komplexe Netzwerke und NK-Modelle</li> <li>• Evolutionäre Algorithmen</li> <li>• Emergenz</li> <li>• Zelluläre Automaten</li> <li>• Game of Life</li> <li>• Tierra</li> <li>• Ameisen Algorithmen</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verständnis der Kriterien und der Definition für</li> <li>• Verständnis des Begriffs</li> <li>• Verständnis und Anwendung Evolutionärer Algorithmen</li> <li>• Verständnis der Prinzipien komplexer Netzwerke</li> <li>• Kenntnis der wesentlichen Modelle künstlichen Lebens</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="#">PD Dr. rer. nat. Jens Christian Claussen</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="#">PD Dr. rer. nat. Jens Christian Claussen</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Christoph Adami: Introduction to Artificial Life - Springer Verlag, 1998</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern</li> </ul>		

**CS5440-KP04, CS5440 - Seminar Neuro- und Bioinformatik (SemNeurBio)**

<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 Biophysik 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2012 (Wahlpflicht), Anwendungsfach Bioinformatik, 3. Fachsemester</li> <li>• Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2010 (Wahl), Informatik, Beliebiges Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS5440-S: Seminar Neuro- und Bioinformatik (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 aktuelles Teilgebiet der Neuro- und Bioinformatik</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, selbstständig wissenschaftliche Publikationen auf dem Gebiet der Neuro- und Bioinformatik zu recherchieren, zu verstehen und in einem Vortrag zu präsentieren.</li> <li>• Sie sind in der Lage, ein Thema der Neuro- und Bioinformatik in einem Paper darzustellen.</li> <li>• Sie beherrschen die wesentlichen wissenschaftlichen Arbeitstechniken.</li> <li>• Sie können die wichtigsten Inhalte in schriftlicher Form zusammenfassen.</li> <li>• Sie können einen komplexen wissenschaftlichen Sachverhalt vortragen.</li> <li>• Sie haben die Kommunikationskompetenz, ein aktuelles Forschungsthema in einer Fragerunde zu diskutieren.</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seminararbeit</li> </ul>		
<b>Modulverantwortliche:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Erhardt Barth</a></li> <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> <li>• MitarbeiterInnen des Instituts</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern</li> </ul>		

**MA2600-KP04, MA2600 - Biostatistik 2 (BioStat2)**

<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 Informatik 2019 (Wahlpflicht), Medical Data Science / Künstliche Intelligenz, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Informatik 2014 (Wahlpflicht), eHealth / Informatik, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2012 (Wahlpflicht), Anwendungsfach Medizinische Informatik, 3. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2012 (Wahlpflicht), Anwendungsfach Bioinformatik, 2. oder 3. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2012 (Wahlpflicht), Vertiefungsblock Stochastik, 2. Fachsemester</li> <li>• Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2010 (Pflicht), Mathematik, 4. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• MA2600-V: Biostatistik 2 (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• MA2600-Ü: Biostatistik 2 (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 35 Stunden Selbststudium</li> <li>• 25 Stunden Programmieren</li> <li>• 15 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis der Modellvoraussetzungen und der mathematischen Begründungszusammenhänge für das lineare Modell</li> <li>• Kenntnis möglicher Fehlerquellen bei der Modellierung</li> <li>• Fähigkeit zur selbständigen Analyse einer Studie unter Verwendung des linearen Modells</li> <li>• Fähigkeit zur adäquaten Interpretation der Studienergebnisse</li> <li>• Kompetenz in der Parameterinterpretation und der Regressionsdiagnostik</li> <li>• Kenntnis der Modellvoraussetzungen und der mathematischen Begründungszusammenhänge für das verallgemeinerte lineare Modell</li> <li>• Fähigkeit zur selbständigen Analyse einer einfachen Studie mit einer binären Zielvariablen</li> <li>• Fähigkeit zur adäquaten Interpretation der Studienergebnisse einer Studie mit einer binären Zielvariablen</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vermittlung der theoretischen Grundlagen des allgemeinen linearen Modells und dessen Anwendung</li> <li>• Vermittlung der theoretischen Grundlagen des verallgemeinerten linearen Modells und dessen Anwendung auf binäre Endpunkte</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur</li> </ul>		
<b>Voraussetzung für:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Multivariate Statistik (MA4944)</li> <li>• Interdisziplinäres Seminar (MA3300)</li> </ul>		
<b>Setzt voraus:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biostatistik 1 (Ungenutzt MA1600-MML)</li> <li>• Biostatistik 1 (MA1600-KP04, MA1600, MA1600-MML)</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr. rer. biol. hum. Inke König</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Medizinische Biometrie und Statistik</a></li> <li>• Prof. Dr. rer. biol. hum. Inke König</li> <li>• <a href="#">Dr. rer. hum. biol. Markus Scheinhardt</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ludwig Fahrmeir, Thomas Kneib, Stefan Lang: Regression: Modelle, Methoden und Anwendungen - ISBN-13 9783540339328</li> <li>• Dobson, Annette J &amp; Barnett, Adrian: An Introduction to Generalized Linear Models, 3rd ed. - Chapman &amp; Hall/CRC: Boca Raton (FL), 2008</li> </ul>		



**Sprache:**

- Wird nur auf Deutsch angeboten

**Bemerkungen:**

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

**MA4020-KP04, MA4020 - Stochastik 2 (Stoch2)**

<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 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2011 (Wahlpflicht), Mathematik, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2012 (Wahlpflicht), Anwendungsfach Bioinformatik, 3. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2012 (Pflicht), Vertiefungsblock Stochastik, 3. Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2012 (Wahlpflicht), Vertiefungsblock Analysis, 3. Fachsemester</li> <li>• Bachelor Medizinische Ingenieurwissenschaft 2011 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• MA4020-V: Stochastik 2 (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• MA4020-Ü: Stochastik 2 (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>• Lebesgue- und Riemann-Integral</li> <li>• Transformation von Maßen und Integralen</li> <li>• Produktmaße und Satz von Fubini</li> <li>• Momente und Abhängigkeitsmaße</li> <li>• Normalverteilte Zufallsvektoren und Verteilungen mit enger Verbindung zur Normalverteilung</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende erlangen Einsichten in grundlegende stochastische Strukturen</li> <li>• Sie beherrschen stochastik-relevante Techniken der Integration</li> <li>• Sie können mit (insbesondere normalverteilten) Zufallsvektoren und deren Verteilung umgehen</li> <li>• Sie können komplexe stochastische Problemstellungen formalisieren</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur</li> </ul>		
<b>Voraussetzung für:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellierung Biologischer Systeme (vor 2014) (MA4450)</li> <li>• Stochastische Prozesse und Modellierung (MA4610-KP04, MA4610)</li> </ul>		
<b>Setzt voraus:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stochastik 1 (MA2510-KP04, MA2510)</li> <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. Karsten Keller</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Mathematik</a></li> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Karsten Keller</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• J. Elstrodt: Maß- und Integrationstheorie - Springer</li> <li>• M. Fisz: Wahrscheinlichkeitsrechnung und mathematische Statistik - Deutscher Verlag der Wissenschaften</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Deutsch angeboten</li> </ul>		



**Bemerkungen:**

Die Vorlesung ist identisch mit der in MA4020-MML.

Übungszettel müssen als Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfung bestanden werden.

**MA4400-KP05 - Chaos und Komplexität (ChaKomKP05)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Unregelmäßig	5
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Biophysik 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, 1. oder 2. Fachsemester</li> <li>• Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester</li> <li>• Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• MA4400-V: Chaos und Komplexität (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• MA4400-Ü: Chaos und Komplexität (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 85 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>• Zeitdiskrete dynamische Systeme und stochastische Prozesse</li> <li>• Nichtlinearität und Chaos</li> <li>• Ergodizität</li> <li>• Symbolische Dynamik</li> <li>• Informationstheoretische Komplexitätsmaße</li> <li>• Ordinale Zeitreihenanalyse</li> <li>• Biologische und medizinische Anwendungen, insbesondere EEG-Analyse</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende erlangen Einsichten in grundlegende Aspekte nichtlinearer Dynamik</li> <li>• Sie haben Fähigkeiten in der Analyse und Modellierung komplexer Daten und Zeitreihen</li> <li>• Sie haben Kompetenzen in der Simulation und Illustration nichtlinearer dynamischer Phänomene</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>• Stochastik 1 (MA2510-KP04, MA2510)</li> <li>• Analysis 1 (MA2000-KP08, MA2000)</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Karsten Keller</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Mathematik</a></li> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Karsten Keller</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• M. Brin, G. Stuck: Introduction to Dynamical Systems - Cambridge University Press 2002</li> <li>• J. M. Amigó: Permutation Complexity in Dynamical Systems - Springer 2010</li> <li>• R. L. Devaney: An Introduction to Chaotic Dynamical Systems - Westview Press 2003</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variabel je nach gewählter Veranstaltung</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		
<p>englischsprachiges Skript</p> <p>Prüfungsvorleistungen können zu Beginn des Semesters festgelegt werden. Sind Vorleistungen definiert, müssen diese vor der Erstprüfung erbracht und positiv bewertet worden sein.</p>		

**RO5202-KP04 - Bio-Robotik / Collective Robotics (CollRobo)**

<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 Biophysik 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, 1. oder 2. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• RO5202-V: Collective Robotics (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• RO5202-Ü: Collective Robotics (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 65 Stunden Selbststudium</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 10 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• biologische Grundlagen, Robustheit, Skalierbarkeit, Superlineare Speedups</li> <li>• Selbstorganisation und Rückkopplungen</li> <li>• Schwarmrobotik und Behavior-based robotics</li> <li>• Roboterschwärme zu Land, Wasser und in der Luft</li> <li>• Koordination, Zuordnung von Rollen, Aufgabenverteilung</li> <li>• Verhalten mit lokaler Information, repräsentative Stichproben</li> <li>• Synchronisierung, Gruppengröße schätzen</li> <li>• mathematische Modellierung, Mikro-Makro-Problem, Zufallsgraphen</li> <li>• kollektives Entscheiden, Urnenmodelle, Opinion Dynamics, Speed vs accuracy tradeoff</li> <li>• bio-hybride Robotik: Tiere und Roboter, Pflanzen und Roboter, Cyborgs</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, den Ansatz der Kollektiven Robotik als Ganzes zu erläutern.</li> <li>• Sie sind in der Lage, Chancen und Herausforderungen von robusten und skalierbaren Robotersystemen zu erklären.</li> <li>• Sie sind in der Lage, reaktive Steuerungen für Schwarmroboter zu implementieren, in Simulationen und auf mobilen Robotern anzuwenden.</li> <li>• Sie sind in der Lage, mathematische Modelle für verschiedene Szenarien aus der Kollektiven Robotik aufzustellen und zu erklären.</li> <li>• Sie sind in der Lage, effektive Algorithmen für kollektives Entscheiden in Robotergruppen zu entwerfen und zu testen.</li> <li>• Sie sind in der Lage, Ideen der bio-hybriden Robotik wiederzugeben und zu diskutieren.</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. Heiko Hamann</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Technische Informatik</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Heiko Hamann</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• E. Bonabeau, M. Dorigo, G. Theraulaz: From Natural to Artificial Systems - Oxford Univ. Press, 1999</li> <li>• D. Floreano, C. Mattiussi: Bio-inspired artificial intelligence: theories, methods, and technologies - The MIT Press 2008</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Englisch angeboten</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		
<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>(Ist gleich RO5202 T)</p>		

RO5600-KP06 - Soziale Robotik (SocRob)		
<b>Dauer:</b> 1 Semester	<b>Angebotsturnus:</b> Jedes zweite Semester	<b>Leistungspunkte:</b> 6
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Master Biophysik 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, 1. oder 2. Fachsemester</li><li>• Master Medizinische Informatik 2014 (Wahlpflicht), Robotik und Autonome Systeme, 1. oder 2. Fachsemester</li></ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• RO5600-V: Soziale Robotik (Vorlesung, 2 SWS)</li><li>• RO5600-Ü: Soziale Robotik (Übung, 2 SWS)</li></ul>	<b>Arbeitsaufwand:</b> <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>• Neuroscience-Verfahren für die Soziale Robotik</li><li>• Emotionsdetektion und Bildverarbeitung</li><li>• Schwarm-Intelligenz und Social Robotics</li><li>• Anwendungen in den Bereichen Pflege und Gesundheit</li></ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Die Studierenden können die Prinzipien der Social Robotics beispielhaft anwenden</li><li>• Sie können Methoden von Social Robotics erklären</li><li>• Sie können emergente Eigenschaften von Social Robotics-Systemen analysieren</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. Achim Schweikard</li></ul>		
<b>Lehrende:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Institut für Robotik und Kognitive Systeme</li><li>• Prof. Dr.-Ing. Achim Schweikard</li></ul>		
<b>Sprache:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Wird nur auf Englisch angeboten</li></ul>		

**RO5700-KP04 - Evolutionary Robotics (EvoRob)**

<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 Biophysik 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, 1. oder 2. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• RO5700-V: Evolutionary Robotics (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• RO5700-Ü: Evolutionary Robotics (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 65 Stunden Selbststudium</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 10 Stunden Prüfungsvorbereitung</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biologische Grundlagen</li> <li>• Evolutionary Computation und Optimierung: Kodierung, Suchräume, genetische Operatoren</li> <li>• Künstliche Neuronale Netzwerke</li> <li>• Durchführung von Experimenten mit mobilen Robotern</li> <li>• Roboter Simulatoren</li> <li>• Konzepte zu (reaktiven) Agenten</li> <li>• Nichtlineare dynamische Systeme</li> <li>• Heuristischer und empirischer Ansatz im Experiment</li> <li>• Modulare Robotik</li> <li>• Stand der Technik (Reality Gap, Novelty Search, etc.)</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, den Ansatz der Evolutionären Robotik als Ganzes zu erläutern.</li> <li>• Sie sind in der Lage, evolutionäre Algorithmen in ihrer Funktion als Optimierungsansatz zu erklären.</li> <li>• Sie sind in der Lage, evolutionäre Algorithmen und Künstliche Neuronale Netzwerke zu implementieren und in einer Simulation auf Probleme aus der mobilen Robotik anzuwenden.</li> <li>• Sie sind in der Lage, die empirischen Ergebnisse solcher Simulationen zu interpretieren und evtl. notwendige Veränderungen der Vorgehensweise zu erkennen.</li> <li>• Sie sind in der Lage, Parameter der evolutionären Algorithmen für spezifische Aufgabengebiete anzupassen.</li> <li>• Sie sind in der Lage, Herausforderungen der Evolutionären Robotik in ihrer Anwendung sowie Lösungswege zu benennen.</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.-Ing. Heiko Hamann</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Technische Informatik</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr.-Ing. Heiko Hamann</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nolfi, S., Floreano, D.: The Biology, Intelligence, and Technology of Self-Organizing Machines - MIT Press, 2001</li> <li>• Floreano, D., Mattiussi, C.: Bio-inspired artificial intelligence: theories, methods, and technologies - MIT Press, 2008</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Englisch angeboten</li> </ul>		

**XM1600-KP08 - Elektronik und Optik (ElaOp)**

<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 Biophysik 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Biomedical Engineering (Pflicht), Vorkenntnisabhängiges Pflichtmodul, 1. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• XM2210-V: Medizinische Elektronik [VNr XM1610-XM1620] (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• XM2220-P: Medizinische Elektronik [VNr XM1610-XM1620] (Projektarbeit, 4 SWS)</li> <li>• XM2230-V: Photonik 1 [VNr XM1630] (Vorlesung, 2 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 120 Stunden Präsenzstudium</li> <li>• 120 Stunden Selbststudium</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe Modulhandbuch der Technischen Hochschule Lübeck.</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe Modulhandbuch der Technischen Hochschule Lübeck.</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. Dipl.-Phys. Martin Ryschka</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Technische Hochschule Lübeck</a></li> <li>• <a href="#">Institut für Biomedizinische Optik</a></li> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Dipl.-Phys. Martin Ryschka</li> <li>• PD Dr. rer. nat. Gereon Hüttmann</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Englisch angeboten</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		
(Anteil Technische Hochschule Lübeck an Medizinische Elektronik ist 100%) (Anteil Biomedizinische Optik an Photonik ist 100%)		