



UNIVERSITÄT ZU LÜBECK

Modulhandbuch für den Studiengang

# Master Biophysik 2023

## Life Sciences

Bioanalytik B (LS4027-KP06, BioanalyB)	1
Membranbiophysik (LS4131-KP04, Membiop04)	3
Proteinbiophysik (LS4135-KP04, ProtBiop04)	5

## Biophysik

Theoretische Biophysik (BP4110-KP08, ThBP)	7
Wahlpflicht Master Biophysik (BP4200-KP04, WpfBP)	9
Vertiefung in BP (BP4300-KP12, BPVertfg12)	10
Experimentelle Biophysik (BP4510-KP12, ExpBP)	11
Projektpraktikum Biophysik 1 (BP5100-KP12, ProPrakBP1)	13
Projektpraktikum Biophysik 2 (BP5200-KP12, ProPrakBP2)	14
Masterarbeit Biophysik (BP5990-KP30, BPMArbeit)	15
Bioanalytik A (LS4026-KP06, BioanalyA)	16
Biomedizinische Optik (ME4420-KP12, ME4420, BMO)	18
Modulteil: Biomedizinische Optik 1 (ME4421 T, BioMedOp1)	20
Modulteil: Biomedizinische Optik 2 (ME4422 T, BioMedOp2)	22
Modulteil: Laserphysik und -technologie (ME4423 T, LaPhyTec)	24
Studierendentagung (PS5000-KP06, PS5000, ST)	26

## Vertiefung

Modulteil: Neuroinformatik (CS4405 T, NeuroInfA)	28
Modulteil: Molekulare Bioinformatik (CS4440 T, MolBioInfA)	30
Signalanalyse (CS4510-KP12, CS4510, SignalAna)	32
Lernende Systeme (CS4511-KP12, CS4511, LernSys)	34
Modulteil: Projektpraktikum Signal- und Bildverarbeitung (CS5194 T, PrSigBildv)	36
Modulteil: Sprach- und Audiosignalverarbeitung (CS5260SJ14 T, SprachA14a)	38
Modulteil: Ausgewählte Methoden der Signalanalyse und -verbesserung (CS5275 T, AMSAVa)	40
Modulteil: Seminar Maschinelles Lernen (CS5430 T, SemMaschLa)	42
Modulteil: Maschinelles Lernen (CS5450 T, MaschLerna)	43
Zell- und molekularbiologische Pathomechanismen und Therapieansätze (LS4031-KP12, ZMolPath)	45
Modulteil: Optimierung (MA4030 T, OptiT)	48
Modellierung und Analyse zeitabhängiger biologischer Prozesse und Daten (MA4300-KP12, MA4300, MAPD)	50
Numerische Optimierung (MA4310-KP12, MA4310, NumOpt)	51
Modulteil: Biosignalanalyse (MA4330 T, BioSAT)	52
Modulteil: Modellierung Biologischer Systeme (MA4450 T, MoBST)	53
Modulteil: Numerik der Bildverarbeitung (MA5032 T, NumerikBVT)	55
Modulteil: Variationsrechnung und Partielle Differentialgleichungen (MA5034 T, VariPDET)	57



Neurowissenschaften (MZ4110-KP12, Neuro)

59

## Wahlpflicht

Deep Learning (CS4295-KP04, DEEPL)

61

Sequence Learning (CS4575-KP04, SEQL)

63

**LS4027-KP06 - Bioanalytik B (BioanalyB)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Wintersemester	6
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Infection Biology 2023 (Wahlpflicht), Life Sciences, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2023 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Life Sciences, 1. Fachsemester</li> <li>• Master Molecular Life Science 2023 (Wahlpflicht), Strukturbioogie, 1. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• LS4022-V Einzelmolekülmethoden (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• LS4024-V NMR-Spectroscopy (Vorlesung, 2 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 120 Stunden Selbststudium</li> <li>• 60 Stunden Präsenzstudium</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung Einzelmolekülmethoden: 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> <li>• NMR-Spektroskopie:</li> <li>• Zuordnung von NMR-Spektren</li> <li>• Beschreibung des NOESY-Experiments mit Hilfe des klassischen Vektormodells; 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 und Strukturanalyse von Proteinen</li> <li>• NMR-Experimente zur Analyse der Dynamik von Proteinen</li> <li>•</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung Einzelmolekülmethoden:</li> <li>• Verständnis der physikalischen Grundlagen von Einzelmolekülexperimenten</li> <li>• Verständnis des Nutzens von Einzelmolekülexperimenten</li> <li>• Verständnis der Grenzen von Einzelmolekülexperimenten</li> <li>• Vorlesung NMR-Spektroskopie:</li> <li>• Die Studierenden können komplexere NMR-Spektren analysieren und zuordnen</li> <li>• Sie verstehen NMR-Experimente mit Hilfe des Produktoperatorformalismus</li> <li>• Sie können die Struktur und Dynamik von Proteinen mit Hilfe von NMR-Experimenten analysieren</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. Ulrich Günther</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Chemie und Metabolomics</a></li> <li>• <a href="#">Institut für Physik</a></li> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Christian Hübner</li> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Ulrich Günther</li> <li>• <a href="#">Dr. Alvaro Mallagaray</a></li> </ul>		

**Literatur:**

- Lakowicz, Joseph R: Principles of Fluorescence Spectroscopy - ISBN 978-0-387-46312-4
- Markus Sauer, Johan Hofkens, Jörg Enderlein: Handbook of Fluorescence Spectroscopy and Imaging: From Ensemble to Single Molecules - ISBN: 978-3-527-31669-4
- James Keeler: Understanding NMR Spectroscopy
- Horst Friebolin: Ein- und zweidimensionale NMR-Spektroskopie. Eine Einführung
- Malcolm H. Levitt: Spin Dynamics - Basics of Nuclear Magnetic Resonance
- D. Neuhaus & M. P. Williamson: The Nuclear Overhauser Effect in Structural and Conformational Analysis

**Sprache:**

- Wird nur auf Englisch angeboten

**Bemerkungen:**

Ist Modulteil von:

- LS4020-KP12
- LS4020-KP06
- LS4021-KP06 -> Prof. Hübner

Dieses Modulteil ist identisch zu LS4020 C-MIW ohne Seminar.

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- keine

Modulprüfung(en):

- LS4027-L1: Bioanalytik B, Klausur, 90 min, 100 % Modulnote (setzt sich zusammen aus Inhalten der Veranstaltungen LS4022-V Einzelmolekülmethoden und LS4024-V NMR-Spektroskopie)

(Ist Modulteil von LS4020-KP06)

(Ist Modulteil von LS4020-KP12)

(Ist Modulteil von LS4021-KP06)

**LS4131-KP04 - Membranbiophysik (Membiop04)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Sommersemester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Biophysik 2023 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Life Sciences, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Molecular Life Science 2023 (Wahlpflicht), Strukturbiologie, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Molecular Life Science 2018 (Wahlpflicht), Strukturbiologie, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Molecular Life Science 2016 (Wahlpflicht), Strukturbiologie, 2. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• LS4131-V: Grundlagen der Membranbiophysik (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• LS4131-Ü: Grundlagen der Membranbiophysik (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 75 Stunden Selbststudium</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesung und Übung: 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>• Übung: Übungen zu den Themen der Vorlesung</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <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> </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 Gutschmann</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Forschungszentrum Borstel, Leibniz Lungenzentrum</a></li> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Thomas Gutschmann</li> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Andra Schromm</li> <li>• Dr. Christian Nehls</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• G. Adam, P. Läuger, G. Stark: Physikalische Chemie und Biophysik - Springer-Verlag, 4. Auflage 2003</li> <li>• W. Hanke, R. Hanke: Methoden der Membranphysiologie - Spektrum Akademischer Verlag, Auflage 1997</li> <li>• Ole G. Mouritsen: Life - As a Matter of Fat - Springer 2005, ISBN 987-3-540-23248-3</li> <li>• Thomas Heimburg: Thermal Biophysics of Membranes - Wiley-VCH 2007, ISBN 978-3-527-40471-1</li> <li>• Lukas K. Buehler: Cell Membranes - Garland Science 2016, ISBN 978-0-8153-4196-3</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern</li> </ul>		



**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen

Modulprüfung(en):

- LS4131-L1: Membran-Biophysik, Klausur, 90 min, 100 % der Modulnote

Auch genutzt in BP4510-KP12

**LS4135-KP04 - Proteinbiophysik (ProtBiop04)**

<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 Molecular Life Science 2023 (Wahlpflicht), Strukturbiologie, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Molecular Life Science 2018 (Wahlpflicht), Strukturbiologie, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Molecular Life Science 2016 (Wahlpflicht), Strukturbiologie, 2. Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2023 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Life Sciences, 2. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• LS4135-V: Proteinbiophysik (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• LS4135-Ü: Proteinbiophysik (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 75 Stunden Selbststudium</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proteinstruktur</li> <li>• Energielandschaften</li> <li>• Thermodynamik der Proteinfaltung</li> <li>• Kinetik der Proteinfaltung</li> <li>• Thermodynamik enzymatischer Reaktionen</li> <li>• Kinetik enzymatischer Reaktionen</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verständnis physikalischer Prinzipien von:</li> <li>• Proteinfaltung</li> <li>• Proteindynamik</li> <li>• Proteininteraktion</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur</li> </ul>		
<b>Setzt voraus:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Biophysik (LS2200-KP04, LS2200)</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Christian Hübner</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Physik</a></li> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Christian Hübner</li> <li>• PD Dr. rer. nat. Hauke Paulsen</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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)</li> <li>• Alan Fersht: Structure &amp; Mechanism in Protein Science: Guide to Enzyme Catalysis and Protein Folding - W H Freeman &amp; Co (Gebundene Ausgabe - 15. Februar 1999)</li> <li>• Meyer B. Jackson: Molecular and Cellular Biophysics - ISBN: 978-0-521-62470-1</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		





Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Teilnahme an den Übungen

Modulprüfung(en):

- LS4135-L1: Protein-Biophysik, Klausur, 90 min, 100 % der Modulnote

Veranstaltungen auch genutzt in BP4510-KP12.

**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> <li>• Master Biophysik 2023 (Pflicht), Biophysik, 1. oder 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>• Sie können gängige Simulationsprogramme für große Biomoleküle nach Kategorien einordnen und ihre Grundlagen erkennen.</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. Schünemann: 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>		
<b>Sprache:</b>		



- 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.

**BP4200-KP04 - Wahlpflicht Master Biophysik (WpfBP)**

<b>Dauer:</b> 1 Semester	<b>Angebotsturnus:</b> In der Regel jedes Semester	<b>Leistungspunkte:</b> 04
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Master Biophysik 2023 (Wahlpflicht), Biophysik, 1. oder 2. Fachsemester</li></ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Siehe in: Bemerkungen (Vorlesung, 2 SWS)</li></ul>	<b>Arbeitsaufwand:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• 120 Stunden Bearbeitung eines individuellen Themas inkl. Vortrag und schriftl. Ausarbeitung oder Gruppenarbeit</li></ul>	
<b>Lehrinhalte:</b>		
<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>• Dr. Young-Hwa Song</li></ul>		
<b>Lehrende:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Alle Institute der Universität zu Lübeck</li></ul>		
<b>Sprache:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• kann in Deutsch oder Englisch durchgeführt werden (nach Absprache mit den Teilnehmern)</li></ul>		
<b>Bemerkungen:</b> <p>Als Wahlpflicht-Modul können die Studierende nach ihrer Neigung und Spezialisierung die Module in Rücksprache mit Dozierenden auswählen. Prüfungsformat wird vom gewählten Modul abhängig sein.</p>		

**BP4300-KP12 - Vertiefung in BP (BPVertfg12)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
2 Semester	Jedes Semester	12
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Biophysik 2023 (Vertiefungsmodul), Biophysik, 1. und 2. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siehe Module: CS4510-KP12 CS4511-KP12 LS4031-KP12 MA4300-KP12 MA4310-KP12 MZ4110-KP12 (Seminar / Praktikum / Übung, 12 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 360 Stunden Gesamt-Workload, Aufteilung je nach gewählten Veranstaltungen</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• siehe entsprechende Veranstaltung</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden vertiefen ihr Wissen und ihre Fertigkeiten in einem der sechs verschiedenen angebotenen Kursen (s. Bemerkung)</li> </ul>		
<b>Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird vom Dozenten festgelegt</li> </ul>		
<b>Modulverantwortlicher:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Christian Hübner</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alle Institute der MINT-Sektion</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>		
Vertiefungskursen-Optionen: CS4510-KP12 CS4511-KP12 LS4031-KP12 MA4300-KP12 MA4310-KP12 MZ4110-KP12		

**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> <li>• Master Biophysik 2023 (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>• Die Studierenden verstehen die physikalischen Prinzipien der Proteinfaltung, Proteindynamik und Proteininteraktion und können sie anwenden</li> <li>• Sie können die Bestandteilen biologischer Membranen benennen und deren Aufbau erklären</li> <li>• Sie können die Rolle und Funktion von Membranlipiden und -proteinen benennen und erklären</li> <li>• Sie können die mechanischen und elektrischen Eigenschaften von Membranen benennen und erklären</li> <li>• Sie können geeignete Methoden zur Untersuchung von künstlichen und natürlichen Membranen auswählen und anwenden</li> <li>• Sie können die für eine bestimmte Frage der Biophysik geeignete Instrumentierung identifizieren</li> <li>• Sie können Instrumente der Biophysik weiterentwickeln</li> <li>• Sie können die Instrumente der Biophysik optimal einsetzen</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>		

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

**Modulverantwortlicher:**

- Prof. Dr. rer. nat. Christian Hübner

**Lehrende:**

- [Forschungszentrum Borstel, Leibniz Lungenzentrum](#)
- [Institut für Physik](#)
- Prof. Dr. rer. nat. Christian Hübner
- PD Dr. rer. nat. Hauke Paulsen
- Prof. Dr. rer. nat. Thomas Gutschmann
- Prof. 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> <li>• Master Biophysik 2023 (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 können ausgewählte Aspekte der Biophysik benennen und erläutern</li> <li>• Sie können in ausgewählten Bereichen der Biophysik Experimente planen und umsetzen</li> <li>• Sie können Projektergebnisse dokumentieren und zu präsentieren.</li> <li>• Sie können in einer Präsentation auf besondere Zuhörerschaften oder Zeitrestriktionen eingehen.</li> <li>• Sie können in konkreten Anwendungsszenarien Projekte planen und umsetzen.</li> <li>• Sie können Projekte managen.</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> <li>• Master Biophysik 2023 (Pflicht), Biophysik, 3. Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• BP5200-BP: Blockpraktikum BP 2 (Blockpraktikum, 12 SWS)</li> </ul>		<b>Arbeitsaufwand:</b> <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 können ausgewählte Aspekte der Biophysik benennen und erläutern</li> <li>• Sie können in ausgewählten Bereichen der Biophysik Experimente planen und umsetzen</li> <li>• Sie können Projektergebnisse dokumentieren und zu präsentieren.</li> <li>• Sie können in einer Präsentation auf besondere Zuhörerschaften oder Zeitrestriktionen eingehen.</li> <li>• Sie können in konkreten Anwendungsszenarien Projekte planen und umsetzen.</li> <li>• Sie können Projekte managen.</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 2023 (Pflicht), Biophysik, 4. Fachsemester</li> <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>• Fähigkeit zur selbstständigen Lösung einer komplexeren Aufgabe aus dem weiteren Bereich biomedizinischer Forschung / Biophysik und Entwicklung, zu ihrer schriftlichen Dokumentation und zu ihrer Präsentation und Verteidigung unter Berücksichtigung der Richtlinien zur GWP der UzL und der DFG-Leitlinien.</li> <li>• Sie können ein komplexes, innovatives Projekt planen, organisieren und durchführen</li> <li>• Sie können komplexe Inhalte in schriftlicher und mündlicher Form präsentieren</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>		
<p>Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls: - Leistungsnachweise im Umfang von 82 ECTS.</p> <p>Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en): - Erfolgreiche Bearbeitung der praktischen Aufgabe.</p> <p>Modulprüfung(en): - BP5990-L1: Masterarbeit in BP, schriftliche Arbeit, 66,66 % der Modulnote - BP5990-L2: Kolloquium zur Masterarbeit in BP, mündliche Prüfung, 60 min (davon 20 min Vortrag), 33,33 % der Modulnote (stets das arithmetische Mittel der Noten der beiden Prüfer*Innen)</p> <p>Bei Absolvierung der Masterarbeit außerhalb der Universität ist ein prüfungsberechtigter Dozent des Studienganges (Hochschullehrer, Privatdozent oder Person mit Lehrauftrag) als Zweitbetreuer zu benennen, der auch als Erstprüfer fungiert.</p>		

**LS4026-KP06 - Bioanalytik A (BioanalyA)**

<b>Dauer:</b> 1 Semester	<b>Angebotsturnus:</b> Jedes Wintersemester	<b>Leistungspunkte:</b> 6
-----------------------------	--	------------------------------

**Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:**

- Master Infection Biology 2023 (Wahlpflicht), Life Sciences, 1. Fachsemester
- Master Biophysik 2023 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Biophysik, 1. Fachsemester
- Master Molecular Life Science 2023 (Pflicht), Life Sciences, 1. Fachsemester

**Lehrveranstaltungen:**

- LS4021-V: Kristallographie (Vorlesung, 2 SWS)
- LS4027-V: Optische Methoden (Vorlesung, 2 SWS)

**Arbeitsaufwand:**

- 120 Stunden Selbststudium
- 60 Stunden Präsenzstudium

**Lehrinhalte:**

- Vorlesung Kristallographie: Kristallwachstum, Fällungsmitteln und Phasendiagramm, Kristallmorphologie, Symmetrie und Raumgruppen, Kristallognese
- Röntgenstrahlen, Röntgenquellen, Röntgenbeugung, Braggsche Gesetz, Reziprokes Gitter und Ewald-Kugel Konstruktion
- Röntgenbeugung an Elektronen, Fourieranalyse und -synthese
- 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)
- Röntgenstrukturanalyse und Strukturbasierte Suche nach Leitverbindungen: Protein-Ligand wechselwirkungen
- Praktische Übungen am Röntgendiffraktometer (Streubild aufnehmen) und Computer (MR; Elektronendichtenkarten erstellen und deuten)
- Besuch des Synchrotrons DESY (Hamburg)
- Vorlesung Optische Methoden: Grundlegende Gesetze der Optik
- Lichtquellen und Detektoren
- Klassischen Lichtmikroskopie
- Photophysik, Fluoreszenzmikroskopie
- Konfokalmikroskopie
- Nichtlineare Mikroskopie
- Fluoreszenzfarbstoffe; GFP und genetisch kodierte Fluoreszenzmarker; Lebendzell/Intravital Imaging: wichtige experimentelle Parameter
- Protein-Protein Interaktionen in Lebendzellen: FRET, FLIM; Biosensoren
- Photoaktivierbare/-umschaltbare fluoreszierende Proteine; Fluorescent Timers
- Optogenetik: Zellmanipulation durch Licht
- Superauflösende 3D Fluoreszenz-Mikroskopie: STED, PALM, STORM
- Optische Pinzette als Instrument zur Nanomanipulation
- Visualisierung und quantitative Auswertung; Datenformate- und Daten-Speichermedia
- In vivo Imaging in Geweben und lebenden Tieren
- Biolumineszenz und optoakustischen Bildgebung
- Anwendungen von Durchfluss-Zytometrie & Fluoreszenz-aktivierter Zell-Sortierung
- High-content Screening; optische Sensorik
- Technologien in der Entwicklung

**Qualifikationsziele/Kompetenzen:**

- Vorlesung Kristallographie: Sie haben eine naturwissenschaftliche Basiskompetenz auf dem Gebiet der Röntgenstrukturanalyse
- Sie haben die Methodenkompetenz, Proteinkristallen zu züchten mittels hängender oder sitzender Tropfen
- Sie haben die Methodenkompetenzen, das Streubild eines Kristalls unter Verwendung der Ewaldkugel-Konstruktion, korrekt zu deuten (ob Protein oder Salz)
- Sie haben die Methodenkompetenzen, das Phasenproblem über entweder MR, MIR oder MAD anzugehen
- Sie können Elektronendichtenkarten erstellen und deuten
- Sie haben die Methodenkompetenz, Struktur- oder Fragmentbasierte Ansätze zur Auffindung von Leitverbindungen umzusetzen
- Sie haben die Kommunikationskompetenz, im Gespräch mit Anderen die Prinzipien der Röntgenbeugungstheorie zu vermitteln
- Vorlesung Optische Methoden: Die Studierenden erwerben die Fachkompetenz in grundlegenden Prinzipien und Begriffen der Optik.
- Die Studierenden kennen die Grundlagen der Licht- und Fluoreszenzmikroskopie.
- Sie kennen und verstehen die wichtigsten Methoden zur Markierung und mikroskopischen Visualisierung von Proteinen und sub-zellulären Strukturen.
- Die Studierenden kennen die Einsatzmöglichkeiten für Lebendzell-Mikroskopie, Intravital-Imaging, und quantitativen

Fluoreszenztechniken bei biologischen Fragestellungen

- Sie kennen grundlegende Techniken der 3-dimensionalen optischen Bildgebung von Geweben und Tieren.
- Sie kennen aktuelle Forschungsthemen im Bereich optischer Methoden in den Lebenswissenschaften und können diese bezüglich Anwendungsreife und -potenzial bewerten
- Die Studierenden besitzen die Sozial- und Kommunikationskompetenz zur Diskussion gegebener Fragestellungen innerhalb von Gruppenarbeit zur Vorlesungsvorbereitung und Vorlesungsnachbereitung.
- Die Studierenden können optische Methoden entsprechend ihrer Komplexität klassifizieren und mögliche Anwendungen skizzieren.

---

**Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:**

- Klausur

---

**Modulverantwortlicher:**

- Dr. math. et dis. nat. Jeroen Mesters

**Lehrende:**

- [Institut für Biomedizinische Optik](#)
- [Institut für Biochemie](#)
  
- Dr. math. et dis. nat. Jeroen Mesters
- Prof. Dr. rer. nat. Gereon Hüttmann
- [Prof. Dr. rer. nat. Sebastian Karpf](#)
- Dr. rer. nat. Norbert Linz
- Dr. rer. nat. Fred Reinholz

---

**Literatur:**

- [Jan Drenth: Principles of Protein X-ray Crystallography - Science+Business Media, LLC, New York](#)
- J. B. Pawley, ed.: Handbook of Biological Confocal Microscopy, Springer
- V. V. Tuchin: Handbook of optical biomedical diagnostics, SPIE Press
- L. V. Wang, and H.-i. Wu: Biomedical optics principles and imaging, Wiley

---

**Sprache:**

- Wird nur auf Englisch angeboten

---

**Bemerkungen:**

Ist auch Modulteil von:

- LS4030-KP12 -> Prof. Hübner
- LS4021-KP06 -> Prof. Hübner

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- keine

Modulprüfung(en):

- LS4026-L1: Bioanalytik A, Klausur, 120 min, 100 % der Modulnote (Inhalte bestehen aus den Veranstaltungen Kristallographie und Optischen methoden)

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

(Ist Modulteil von LS4030-KP12)

(Ist Modulteil von LS4021-KP06)

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

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
2 Semester	Jedes Wintersemester	12
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Biophysik 2023 (Pflicht), Biophysik, 1. und 2. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Pflicht), Medizinische Ingenieurwissenschaft, 1. und 2. Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Vertiefungsmodul), 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>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Robert Huber</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Biomedizinische Optik</a></li> <li>• Dr. rer. nat. Norbert Linz</li> <li>• Prof. Dr. rer. nat. Gereon Hüttmann</li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Robert Huber</a></li> <li>• <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>		

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Teilnahme am Seminar

Modulprüfung(en):

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

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

und dem Seminar Biomedizinische Optik

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

Format der Prüfung:

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

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

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

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

**Literatur:**

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

**Sprache:**

- Wird nur auf Deutsch angeboten

**Bemerkungen:**

(Ist Modulteil von ME4420)

Zulassungsvoraussetzungen zum Modul:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung:

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



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

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



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

---

**Sprache:**

- Wird nur auf Deutsch angeboten

---

**Bemerkungen:**

(Ist Modulteil von ME4420)

Zulassungsvoraussetzungen zum Modul:

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

Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung:

- Vortrag und Diskussionsbeteiligung

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

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



(Ist Modulteil von ME4420)

Zulassungsvoraussetzungen zum Modul:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung:

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

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

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Wintersemester	6 (Typ B)
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Psychologie - Cognitive Systems 2022 (Pflicht), Psychologie, 3. Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2023 (Pflicht), Biophysik, 3. Fachsemester</li> <li>• Master Hörakustik und Audiologische Technik 2022 (Pflicht), Hörakustik und Audiologische Technik, 3. Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Pflicht), 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), Pflicht-Lehrmodule, 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>• Regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme am Lehrmodul</li> </ul>		
<b>Modulverantwortliche:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. habil. Heinz Handels</a></li> <li>• <a href="#">Prof. Dr. rer. nat. Thorsten Buzug</a></li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alle Institute und Kliniken der Universität zu Lübeck</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• wird individuell ausgewählt:</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Englisch angeboten</li> </ul>		

**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zum Modul:

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

Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung:

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

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

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

(Anteil Institut für Medizintechnik an allem ist 75%)

(Anteil Medizinische Informatik an allem ist 25%)

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

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



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

(Ist Modulteil von CS4410, CS4511)

(Ist gleich CS4405)

Zulassungsvoraussetzungen zum Modul:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung:

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben während des Semesters



**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 Biophysik 2023 (Modulteil eines Wahlmoduls), Vertiefung, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Vertiefung, Beliebige Fachsemester</li> <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> </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>• <a href="#">Prof. Lars Bertram</a></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>		

**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zum Modul:

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

Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung:

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

(Ist gleich CS4440)

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

Veranstaltungen auch genutzt in CS4442-KP12.

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

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

**Bemerkungen:**

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

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

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

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

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

Modulprüfung(en):

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

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

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

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

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

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



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

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

Modulprüfung(en):

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

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

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

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

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





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

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



**Sprache:**

- Wird nur auf Deutsch angeboten

**Bemerkungen:**

Zulassungsvoraussetzungen zum Modul:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Regelmäßige und positiv bewertete Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- siehe übergeordnetes Modul

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

(Ist gleich CS5260SJ14)

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

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

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

---

**Sprache:**

- Wird nur auf Deutsch angeboten

---

**Bemerkungen:**

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

Für Details siehe Hauptmodul.

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

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

Modulprüfung(en) im Hauptmodul:

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

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

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

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

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



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungszetteln gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

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

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

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

<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 2023 (Vertiefungsmodul), Vertiefung, 1. oder 2. Fachsemester</li> <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>• LS4112-V: Pharmakologie und Toxikologie (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• LS4111-V: Drug Design (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• LS4012-V: Zellbiologie in den Grundlagen der Virologie (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• LS4040-V: Allgemeine Virologie und biologische Sicherheit (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>• Entsprechend der Module LS4110A, LS4110B, LS4010A, LS4040: Einführung in die Pharmakologie</li> <li>• Pharmakodynamik</li> <li>• Pharmakokinetik</li> <li>• Orale Antidiabetika</li> <li>• Pharmakologie des Renin-Angiotensin-Aldosteron-Systems</li> <li>• Zerebrovaskuläre Pharmakologie</li> <li>• Reverse Pharmakologie</li> <li>• Pharmakologie der Blut-Hirnschranke</li> <li>• Anxiolytika, Hypnotika und Beruhigungsmittel</li> <li>• Antiepileptika</li> <li>• Genterapie von neurologischen Erkrankungen</li> <li>• Schmerzphysiologie und analgetische Therapien</li> <li>• Medikamenten-Entwicklung - ein Überblick</li> <li>• Target Identifizierung und Validierung</li> <li>• Die Rolle der Röntgen Kristallographie in der Medikamenten-Entwicklung</li> <li>• Struktur-basierte Medikamentenentwicklung - Prinzipien und Methoden</li> <li>• Fallstudien der struktur-basierten Medikamentenentwicklung</li> <li>• Kombinatorische Ansätze zur Nukleinsäure-Wirkstoffidentifizierung</li> <li>• Oligomere Nukleinsäurewirkstoffe</li> <li>• Zelluläre Applikation von Nukleinsäurewirkstoffen mittels nicht-viraler Carrier-Systeme II</li> <li>• Sekretion in Pro- und Eukaryonten</li> <li>• Bau, Funktion, Biogenese und Stasis membranumschlossene Kompartimente der Eukaryonten</li> <li>• Zellfusion, Zytokinese und Vererbung von Organellen</li> <li>• RNA-Metabolismus</li> <li>• Geschichte der Virologie</li> <li>• Virustaxonomie und Aufbau</li> <li>• Virusmorphologie im Überblick</li> <li>• Virale Lebenszyklen (Entry, Assembly, Budding)</li> <li>• Genomreplikationsmechanismen</li> <li>• Evolution von Viren</li> <li>• Grundlegende virologische Techniken und Methoden der Virusdiagnostik</li> <li>• Blut-Übertragene Viren und Virussicherheit bei Blutprodukten</li> <li>• Sicherheitseinstufung von Viren</li> <li>• Pharmakologie der Schilddrüsenhormone</li> <li>• Glücksfall im Zeitalter des rationalen Arzneimitteldesigns: eine Fallstudie</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entsprechend der Module LS4110A, LS4110B, LS4010A, LS4040: Studierende können die Wirkungen von Arzneimitteln auf den Organismus (Pharmakodynamik) erklären.</li> <li>• Sie kennen die zeitlichen Abläufe der Arzneimittelkonzentration im Organismus (Pharmakokinetik) und können damit Experimente planen.</li> </ul>		



- Sie kennen die Wirkmechanismen verschiedener Arzneimittelgruppen und können diese erklären.
- Sie kennen die experimentellen Methoden der Pharmakologie und können damit eigenen Experimente planen.
- Die Studierenden kennen die grundlegende Strategien des Drug Designs und können diese erklären.
- Sie kennen den Weg von der Entdeckung eines Wirkprinzips bis zum Marktprodukt (Rationales Drug Design) und können ihn erklären.
- Sie können anhand von Beispielen Struktur-Wirkungs- Beziehungen erläutern und Techniken angeben, 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
- Dr. rer. nat. Jan Wenzel
- Prof. Dr. rer. nat. Tobias Restle
- 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](#)
- Prof. Dr. rer. nat. Enrico Leipold
- Dr. rer. nat. Marietta Zille
- Dr.rer.nat Sonja Petkovic
- Prof. Dr. Lars Redecke
- Dr. math. et dis. nat. Jeroen Mesters
- Dr. rer. hum. biol. Helge Müller-Fielitz

---

**Literatur:**

- Brunton L, Knollmann B: Goodman & Gilman's The Pharmacologic Basis of Therapeutics - McGraw-Hill Education; 14. Edition (1. November 2022) - ISBN-10: 1264258070
- Lüllmann H, Mohr K, Hein L, Ziegler A, Bieger D: Color Atlas of Pharmacology - Thieme; 5. Edition (15. November 2017) - ISBN-10: 9783132410657
- 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:**

Vertiefungsmodul Biophysik

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



**Sprache:**

- Wird nur auf Deutsch angeboten

**Bemerkungen:**

(Ist Teilmodul von MA4310)

Zulassungsvoraussetzungen zum Modul:

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

Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung:

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

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

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

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

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

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

**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 Biophysik 2023 (Modulteil eines Wahlmoduls), Vertiefung, 1. Fachsemester</li> <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>• 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>• Übungsaufgaben</li> <li>• Prüfungsform hängt vom übergeordneten Modul ab</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>• <a href="#">Nachfolge von Prof. Dr. rer. nat. Karsten Keller</a></li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• F. Braer, C. Castillo-Chavez: Mathematical Models in Population Biology and Epidemiology - New York: Springer 2000</li> <li>• H. Caswell: Matrix Population Models - Sunderland: Sinauer Associates 2001</li> <li>• S. N. Elaydi: An Introduction to Difference Equations - New York: Springer 1999</li> <li>• B. Huppert: Angewandte Lineare Algebra - Berlin: de Gruyter 1990</li> <li>• U. Krengel: Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik - Wiesbaden: Vieweg 2002</li> <li>• E. Seneta: Non-negative Matrices and Markov Chains - New York: Springer 1981</li> </ul>		
<b>Sprache:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wird nur auf Deutsch angeboten</li> </ul>		
<b>Bemerkungen:</b>		





Die Vorlesung ist identisch mit der im Modul MA4450.

(Ist gleich MA4450)

(Ist Modulteil von MA4300)

Zulassungsvoraussetzungen zum Modul:

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

Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung:

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

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

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



(Ist Teilmodul von MA4310)

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

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

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

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

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

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



- Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig

**Bemerkungen:**

(Ist Teilmodul von MA4310)

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

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

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

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

**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 2023 (Vertiefungsmodul), Vertiefung, 1. und 2. Fachsemester</li> <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>• MZ5115-V: Neurowissenschaften 1 (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• MZ5115-S: Neurowissenschaften 1 (Seminar, 2 SWS)</li> <li>• MZ4125-V: Neurowissenschaften 2 (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• MZ4125-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>• Alzheimer-Erkrankung</li> <li>• Infektionen des ZNS</li> <li>• Neurale Stammzellen und neurodegenerative Erkrankung</li> <li>• Neurale Stammzellen und Tumorstammzellen bei Gehirntumoren</li> <li>• Neurobiologie der zerebralen Ischämie</li> <li>• Kanalopathien im Gehirn: Epilepsie und Ataxie</li> <li>• Neurogenetische Störungen</li> <li>• Neuroimmunologie der Multiplesklerose</li> <li>• Neurometabolische Störungen</li> <li>• Neuropathien</li> <li>• Molekulare Grundlage von Morbus Parkinson und andere Bewegungsstörungen</li> <li>• Schizophrenie</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entspricht den Modulen MZ5115 und MZ4125:Die Studierenden können die Grundlagen der Neurowissenschaften erklären.</li> <li>• Sie können den Aufbau und die Entwicklung des Gehirns erklären.</li> <li>• Sie können die neuronale Erregung und Signalübertragung erklären.</li> <li>• Kennen Beispiele für Verhalten und Plastizität und können diese erklären.</li> <li>• Sie können die Biologie neuronaler Stammzellen erklären.</li> <li>• Sie können verschiedene neuropathologische Erkrankungen erklären.</li> <li>• Sie verstehen molekulare Mechanismen neuropathologischer Erkrankungen und können diese erklären.</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> </ul>		

- Institut für Experimentelle und Klinische Pharmakologie und Toxikologie

- 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
- Prof. Dr. rer. nat. Enrico Leipold
- Dr. rer. nat. Markus Krohn

---

**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 D, Augustine G, Fitzpatrick D, Hall W, LaMantia A: Neuroscience - Oxford University Press; 6. Edition (25. September 2018) - ISBN-10: 160535841X
- 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:**

Modulprüfungen:

Teilprüfung MZ5115-L1: Neurowissenschaften 1 (benotete Klausur, 6 KP)

Teilprüfung MZ4125-L1: Neurowissenschaften 2 (benotete Klausur, 6 KP)

Zulassungsvoraussetzungen zum Modul:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilprüfung MZ5115-L1:

- Teilnahme am Seminar MZ5115-S

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilprüfung MZ4125-L1:

- Regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme am Seminar MZ4125-S

**CS4295-KP04 - Deep Learning (DEEPL)**

<b>Dauer:</b>	<b>Angebotsturnus:</b>	<b>Leistungspunkte:</b>
1 Semester	Jedes Wintersemester	4
<b>Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Master Psychologie 2016 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2023 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medieninformatik 2020 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, Beliebige Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS4295-V: Deep Learning (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• CS4295-Ü: Deep Learning (Übung, 2 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 75 Stunden Selbststudium</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Foundations and Deep Learning Basics (Learning Paradigms, Classification and Regression, Underfitting and Overfitting)</li> <li>• Shallow Neural Networks (Basic Neuron Model, Multilayer Perceptions, Backpropagation, Computational Graphs, Universal Approximation Theorem, No-Free Lunch Theorems, Inductive Biases)</li> <li>• Optimization (Stochastic Gradient Descent, Momentum Variants, Adaptive Optimizer)</li> <li>• Convolutional Neural Networks (1D Convolution, 2D Convolution, 3D Convolution, ReLUs and Variants, Down and Up Sampling Techniques, Transposed Convolution)</li> <li>• Regularization (Early Stopping, L1 and L2 Regularization, Label Smoothing, Dropout Strategies, Batch Normalization)</li> <li>• Very Deep Networks (Highway Networks, Residual Blocks, ResNet Variants, DenseNets)</li> <li>• Dimensionality Reduction (PCA, t-SNE, UMAP, Autoencoder)</li> <li>• Generative Neural Networks (Variational Autoencoder, Generative Adversarial Networks, Diffusion Models)</li> <li>• Graph Neural Networks (Graph Convolutional Networks, Graph Attention Networks)</li> <li>• Fooling Deep Neural Networks (Adversarial Attacks, White Box and Black Box Attacks, One-Pixel Attacks)</li> <li>• Physics-Aware Deep Learning (Physical Knowledge as Inductive Bias, PINN, PhyDNet, Neural ODE, FINN)</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Students get a fundamental understanding deep learning basics such as backpropagation, computational graphs, and auto-differentiation</li> <li>• Students understand the implications of inductive biases</li> <li>• Students get a comprehensive understanding of most relevant deep learning approaches</li> <li>• Students learn to analyze the challenges in deep learning tasks and to identify well-suited approaches to solve them</li> <li>• Students will understand the pros and cons of various deep learning models</li> <li>• Students know how to analyze the models and results, to improve the model parameters, and to interpret the model predictions and their relevance</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. Sebastian Otte</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Robotik und Kognitive Systeme</a></li> <li>• MitarbeiterInnen des Instituts</li> <li>• Prof. Dr. Sebastian Otte</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Goodfellow, I., Bengio, Y., &amp; Courville, A. (2016): Deep Learning - MIT Press. ISBN 978-0262035613</li> <li>• Prince, S. J. D. (2023): Understanding Deep Learning - The MIT Press. ISBN 978-0262048644</li> <li>• Deisenroth, M. P., Faisal, A. A., &amp; Ong, C. S. (2020): Mathematics for Machine Learning - Cambridge University Press, 2020. ISBN 978-1108470049</li> </ul>		



- Bishop, C. M. (2006): Pattern Recognition and Machine Learning - Springer. ISBN 978-0387310732
- Recent publications on the related topics:

---

**Sprache:**

- Wird nur auf Englisch angeboten

---

**Bemerkungen:**

Admission requirements for taking the module:

- None

Admission requirements for participation in module examination(s):

- Successful completion of exercise assignments as specified at the beginning of the semester

Module Exam(s):

- CS4295-L1: Deep Learning, exam, 90 min

Laut Beschluss des Prüfungsausschusses Informatik vom 19.8.2024 kann dieses Modul von Studierenden Master Informatik SGO ab 2019 im Bereich 5. Wahlpflichtfach gewählt werden.

**CS4575-KP04 - Sequence Learning (SEQL)**

<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 Psychologie 2016 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Biophysik 2023 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medieninformatik 2020 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, Beliebige Fachsemester</li> <li>• Master Informatik 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, Beliebige Fachsemester</li> </ul>		
<b>Lehrveranstaltungen:</b>		<b>Arbeitsaufwand:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• CS4575-V: Sequence Learning (Vorlesung, 2 SWS)</li> <li>• CS4575-Ü: Sequence Learning (Übung, 1 SWS)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 75 Stunden Selbststudium</li> <li>• 45 Stunden Präsenzstudium</li> </ul>
<b>Lehrinhalte:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to Sequence Learning (Formalisms, Metrics, Recapitulation of Relevant Machine Learning Techniques)</li> <li>• Recurrent Neural Networks (Simple RNN Models, Backpropagation Through Time)</li> <li>• Gated Recurrent Networks (Vanishing Gradient Problem in RNNs, Long Short-Term Memories, Gated Recurrent Units, Stacked RNNs)</li> <li>• Important Techniques for RNNs (Teacher Forcing, Scheduled Sampling, h-Detach)</li> <li>• Bidirectional RNNs and related concepts</li> <li>• Hierarchical RNNs and Learning on Multiple Time Scales</li> <li>• Online Learning and Learning without BPTT (Real-Time Recurrent Learning, e-Prop, Forward Propagation Through Time)</li> <li>• Reservoir Computing (Echo State Networks, Deep ESNs)</li> <li>• Spiking Neural Networks (Spiking Neuron Models, Learning in SNNs, Neuromorphic Computing, Recurrent SNNs)</li> <li>• Temporal Convolution Networks (Causal Convolution, Temporal Dilation, TCN-ResNets)</li> <li>• Introduction to Transformers (Sequence-to-Sequence Learning, Basics on Attention, Self-Attention and the Query-Key-Value Principle, Large Language Models)</li> <li>• State Space Models (Structured State Space Sequence Models, Mamba)</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziele/Kompetenzen:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Students get a comprehensive understanding of most relevant sequence learning approaches</li> <li>• Students learn to analyze the challenges in sequence learning tasks and to identify well-suited approaches to solve them</li> <li>• Students will understand the pros and cons of various sequence learning models</li> <li>• Students can implement common and custom sequence learning models for time series analysis, classification, and forecasting</li> <li>• Students know how to analyze the models and results, to improve the model parameters, and to interpret the model predictions and their relevance</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. Sebastian Otte</li> </ul>		
<b>Lehrende:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Institut für Robotik und Kognitive Systeme</a></li> <li>• MitarbeiterInnen des Instituts</li> <li>• Prof. Dr. Sebastian Otte</li> </ul>		
<b>Literatur:</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Goodfellow, I., Bengio, Y., &amp; Courville, A. (2016): Deep Learning - MIT Press. ISBN 978-0262035613</li> <li>• Prince, S. J. D. (2023): Understanding Deep Learning - The MIT Press. ISBN 978-0262048644</li> <li>• Deisenroth, M. P., Faisal, A. A., &amp; Ong, C. S. (2020): Mathematics for Machine Learning - Cambridge University Press, 2020. ISBN 978-1108470049</li> <li>• Nakajima, K., &amp; Fischer, I. (2021): Reservoir Computing: Theory, Physical Implementations, and Applications - Cambridge University</li> </ul>		

Press, 2020. ISBN 978-1108470049

- Sun, R., & Giles, C. (2001): Sequence Learning: Paradigms, Algorithms, and Applications - Springer Berlin Heidelberg. ISBN 978-3540415978
- Bishop, C. M. (2006): Pattern Recognition and Machine Learning - Springer. ISBN 978-0387310732
- Recent publications on the related topics:

---

**Sprache:**

- Wird nur auf Englisch angeboten

---

**Bemerkungen:**

Admission requirements for taking the module:

- None, but it is recommended to complete the course Deep Learning (CS4295-KP04) first

Admission requirements for participation in module examination(s):

- Successful completion of exercise assignments as specified at the beginning of the semester

Module Exam(s):

- CS4575-L1: Sequence Learning, exam, 90 min

Laut Beschluss des Prüfungsausschusses Informatik vom 19.8.2024 kann dieses Modul von Studierenden Master Informatik SGO ab 2019 im Bereich 5. Wahlpflichtfach gewählt werden.