



UNIVERSITÄT ZU LÜBECK

Modulhandbuch für den Studiengang

Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023

Mathematik

Signalverarbeitung (CS3100-KP08, CS3100SJ14, SignalV14)	1
Graphentheorie (MA3445-KP05, GraphTKP05)	3
Überlebenszeitanalyse (MA4100-KP05, UebAnaKP05)	5
Optimierungsverfahren für Maschinelles Lernen (MA4320-KP05, OptvML)	7
Biosignalanalyse (MA4330-KP05, BioSAKP05)	9
Zeitreihenanalyse (MA4341-KP05, ZeitAnKP05)	11
Ausgewählte Kapitel der Funktionalanalysis (MA4345-KP05, AKFunkKP05)	13
Chaos und Komplexität (MA4400-KP05, ChaKomKP05)	15
Approximationstheorie (MA4410-KP05, ApproxKP05)	17
Modellierung Biologischer Systeme (MA4450-KP05, MoBSKP05)	19
Evolutionary Dynamics: Population Genetic and Ecological Models (MA4453-KP05, EDPGEMKP05)	21
Evolutionary Dynamics: Game Theory (MA4454-KP05, EvDyGTKP05)	23
Mathematik der Bildverarbeitung (MA4501-KP05, MaBVKP05)	25
Wavelet-Theorie (MA4510-KP05, WaveThKP05)	27
Stochastische Prozesse (MA4610-KP05, StoProKP05)	29
Markov-Prozesse (MA4611-KP05, MarkPrKP05)	31
Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen (MA4614-KP05, NMPDGKP05)	32
Numerik stochastischer Prozesse (MA4615-KP05, NuStPrKP05)	34
Höhere Numerik (MA4616-KP05, HoeNumKP05)	36
Stochastische Differentialgleichungen (MA4617-KP05, StDiGKP05)	38
Einführung in stochastische partielle Differentialgleichungen (MA4618-KP05, EinSPDKP05)	40
Fourier-Analysis (MA4630-KP05, FouAnaKP05)	42
Matrixalgebra (MA4650-KP05, MatAlgKP05)	44
Statistisches Lernen (MA4665-KP05, StaLerKP05)	46
Interpretierbares statistisches Lernen (MA4666-KP05, IStLern)	48
Kombinatorik (MA4670-KP05, KombiKP05)	50
Algebra (MA4675-KP05, AlgebrKP05)	52
Geometrie (MA4735-KP05, GeoKP05)	54
Topologie (MA4750-KP05, TopoKP05)	56
Integralsätze der Analysis (MA4760-KP05, IntAnaKP05)	57
Elliptische Funktionen und Funktionentheorie (MA4801-KP05, EFFThKP05)	58
Relativitätstheorie (MA4802-KP05, RelaThKP05)	60
Zahlentheorie (MA4803-KP05, ZahlThKP05)	62
Spezielle Funktionen (MA4804-KP05, SpFunkKP05)	64
Test- und Schätztheorie (MA4940-KP05, TSchThKP05)	66
Multivariate Statistik (MA4944-KP05, MulStaKP05)	68
Moderne Nichtparametrische Statistik (MA4947-KP05, NpStatKP05)	70
Angewandte Multiple Regression (MA4955-KP05, AMuRegKP05)	72



Verallgemeinerte Lineare Modelle (MA4962-KP05, VLModKP05)	74
Versuchsplanung und Varianzanalyse (MA4970-KP05, VerVarKP05)	76
Praktikum Mathematik (MA5008-KP05, PrakMaKP05)	78
Bildregistrierung (MA5030-KP05, BildreKP05)	79
Quantum Image Computing (MA5033-KP05, QuantumIC)	81
Variationsrechnung und Partielle Differentialgleichungen (MA5034-KP05, VarPDGKP05)	83
Nichtglatte Optimierung und Analysis (MA5035-KP05, NiOpAnKP05)	85
Optimierung komplexer Systeme (MA5037-KP05, OpkoSy05)	87

Mathematik/Informatik

Praktikum Mathematik (MA5008-KP04, PrakMaKP04)	89
--	----

Informatik

Algorithmendesign (CS3000-KP04, CS3000, AlgoDesign)	90
Kryptologie (CS3420-KP04, CS3420, Krypto14)	92
Computer Vision (CS4250-KP04, CS4250, CompVision)	94
Neuroinformatik (CS4405-KP04, CS4405, NeuroInf)	96
Molekulare Bioinformatik (CS4440-KP04, CS4440, MolBioInfo)	98
Maschinelles Lernen (CS5450-KP04, CS5450, MaschLern)	100
Regelungstechnik (ME2451-KP04, ME2451, RegTech)	102

MML/Life Science

Modulteil LS4020C: Einzelmolekülmethoden (LS4020 C, Einzelstru)	104
---	-----

Fächerübergreifende Module

Master-Seminar Mathematik (MA5009-KP03, MSMathe03)	106
Masterarbeit Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften (MA5990-KP30, MA5990, MaArbMML)	107

MML/Nebenfach Life Science

Biophysikalische Chemie (LS2300-KP08, LS2301, BPCKP08)	108
Biologische Chemie (LS2600-KP06, LS2601, BiolChem06)	110
Modulteil LS4020A: Kristallographie (LS4020 A, StrAnaKris)	112
Modulteil LS4020B: NMR-Spektroskopie (LS4020 B, StrAnaNMR)	114
Modulteil LS4020D: Mikroskopische Methoden und Anwendung (LS4020 D, StrAnaMikr)	116
Vertiefung Life Science (LS4020-KP08, VertLSKP08)	118



MML/Nebenfach Bildverarbeitung

Künstliche Intelligenz, Bildanalyse und Computergrafik (CS4336-KP08, MoKiBiCo)	120
Vertiefung Bildverarbeitung (MA5038-KP08, VertBVKP08)	122
Modulteil: Computertomographie (ME4411 T, CT)	123
Modulteil: Magnetresonanztomographie (ME4412 T, MRT)	125
Bildgebung (ME4415-KP06, BildgbKP06)	127

MML/Nebenfach Genetische Statistik

Genetische Epidemiologie 2 (MA4661-KP08, MA4661, GenEpi2)	128
Seminar Genetische Epidemiologie (MA5129-KP04, MA5129, SemGenEpi)	130
Klinische Epidemiologie (MZ4010-KP04, MZ4010, KlinEpi)	132
Humangenetik (MZ4373-KP03, MZ4373, HumGen)	134
Molekulare Humangenetik (MZ4374-KP03, MZ4374, MolHumGen)	136

Vertiefung Mathematik für Nichtkonsekutiv-Studierende

Numerik (MA3111-KP07, NumKP07)	138
Stochastik (MA4021-KP07, StochKP07)	140
Optimierung (Vertiefung Mathematik) (MA4031-KP08, OptiKP08)	142

Wahlpflicht

Sprach- und Audiosignalverarbeitung (CS5260-KP04, CS5260SJ14, SprachAu14)	144
---	-----

CS3100-KP08, CS3100SJ14 - Signalverarbeitung (SignalV14)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Jedes Wintersemester	8

Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:

- Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Pflicht), Mathematik, 1. Fachsemester
- Bachelor Biophysik 2024 (Pflicht), Informatik, 5. Fachsemester
- Bachelor Robotik und Autonome Systeme 2020 (Pflicht), Robotik und Autonome Systeme, 5. Fachsemester
- Bachelor Informatik 2019 (Wahlpflicht), Kernbereich Informatik, Beliebiges Fachsemester
- Bachelor Informatik 2019 (Pflicht), Kanonische Vertiefung Bioinformatik und Systembiologie, 5. Fachsemester
- Bachelor Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Pflicht), Informatik, 5. Fachsemester
- Bachelor Medieninformatik 2020 (Wahlpflicht), Informatik, 5. oder 6. Fachsemester
- Bachelor Medizinische Informatik 2019 (Wahlpflicht), Informatik, 4. bis 6. Fachsemester
- Bachelor Informatik 2014 (Pflicht), Anwendungsfach Robotik und Automation, 5. Fachsemester
- Bachelor Informatik 2014 (Pflicht), Anwendungsfach Bioinformatik, 5. Fachsemester
- Bachelor Informatik 2016 (Pflicht), Kanonische Vertiefung Bioinformatik, 5. Fachsemester
- Bachelor Informatik 2016 (Wahlpflicht), Kernbereich Informatik, Beliebiges Fachsemester
- Bachelor Informatik 2016 (Pflicht), Kanonische Vertiefung Web und Data Science, 5. Fachsemester
- Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Pflicht), Mathematik, 1. Fachsemester
- Bachelor Robotik und Autonome Systeme 2016 (Pflicht), Robotik und Autonome Systeme, 5. Fachsemester
- Bachelor IT-Sicherheit 2016 (Wahlpflicht), Informatik, Beliebiges Fachsemester
- Bachelor Biophysik 2016 (Pflicht), Informatik, 5. Fachsemester
- Bachelor Medizinische Informatik 2014 (Pflicht), Informatik, 5. Fachsemester
- Bachelor Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Pflicht), Informatik, 5. Fachsemester
- Bachelor Medieninformatik 2014 (Wahlpflicht), Informatik, 5. oder 6. Fachsemester
- Bachelor Informatik 2014 (Wahlpflicht), Informatik Kernbereich, 5. Fachsemester

Lehrveranstaltungen:

- CS3101-V: Signalverarbeitung (Vorlesung, 2 SWS)
- CS3101-Ü: Signalverarbeitung (Übung, 1 SWS)
- CS3100-V: Bildverarbeitung (Vorlesung, 2 SWS)
- CS3100-Ü: Bildverarbeitung (Übung, 1 SWS)

Arbeitsaufwand:

- 110 Stunden Selbststudium
- 90 Stunden Präsenzstudium
- 40 Stunden Prüfungsvorbereitung

Lehrinhalte:

- Lineare zeitinvariante Systeme
- Impulsantwort
- Faltung
- Fourier-Transformation
- Übertragungsfunktion
- Korrelation und Energiedichte determinierter Signale
- Abtastung
- Zeitdiskrete Signale und Systeme
- Fourier-Transformation zeitdiskreter Signale
- z-Transformation
- FIR- und IIR-Filter
- Blockdiagramme
- Entwurf von FIR-Filtern
- Diskrete Fourier-Transformation (DFT)
- Schnelle Fourier-Transformation (FFT)
- Charakterisierung und Verarbeitung von Zufallssignalen
- Einführung, Bedeutung visueller Information
- Abtastung zweidimensionaler Signale
- Bildverbesserung
- Kantendetektion
- Mehrfachauflösende Verfahren: Gauss- und Laplace-Pyramide, Wavelets
- Prinzipien der Bildkompression
- Segmentierung
- Morphologische Bildverarbeitung

- Studierende arbeiten selbsttätig und selbständig unter Berücksichtigung der Richtlinie der GWP der Universität zu Lübeck.

Qualifikationsziele/Kompetenzen:

- Am Ende der Lehrveranstaltung können die Studierenden die Grundlagen der linearen Systemtheorie darstellen und erklären.
- Sie können die wesentlichen Begriffe der Signalverarbeitung mathematisch definieren und sicher erläutern.
- Sie können die mathematischen Methoden zur Beschreibung und Analyse zeitkontinuierlicher und zeitdiskreter Signale anwenden.
- Sie können digitale Filter entwerfen und wissen, in welchen Strukturen die Filter implementiert werden können.
- Sie können die grundlegenden Techniken zur Beschreibung und Verarbeitung zufälliger Signale darstellen. *
- Sie können die zweidimensionale Systemtheorie darstellen und erklären.
- Sie können die gängigen Verfahren zur Bildanalyse und verbesserung beschreiben.
- Sie sind in der Lage, die erlernten Prinzipien in der Praxis einzusetzen.

Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:

- Klausur

Modulverantwortlicher:

- [Prof. Dr.-Ing. Alfred Mertins](#)

Lehrende:

- [Institut für Signalverarbeitung](#)
- [Prof. Dr.-Ing. Alfred Mertins](#)

Literatur:

- A. Mertins: Signaltheorie: Grundlagen der Signalbeschreibung, Filterbänke, Wavelets, Zeit-Frequenz-Analyse, Parameter- und Signalschätzung - Springer-Vieweg, 3. Auflage, 2013
- A. K. Jain: Fundamentals of Digital Image Processing - Prentice Hall, 1989
- Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods: Digital Image Processing - Prentice Hall 2003

Sprache:

- Wird nur auf Deutsch angeboten

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zum Modul:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung:

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

Modulprüfung:

- CS3100-L1: Signalverarbeitung, Klausur, 90 Min., 100% der Modulnote

MA3445-KP05 - Graphentheorie (GraphTKP05)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Unregelmäßig	5
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester • Master Zweitfach Mathematik Vermitteln 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 2. oder 3. Fachsemester • Bachelor Informatik 2019 (Wahlpflicht), Freier Wahlpflichtbereich, Beliebige Fachsemester • Master Zweitfach Mathematik Vermitteln 2017 (Wahlpflicht), Mathematik, 2. oder 3. Fachsemester • Bachelor Informatik 2016 (Wahlpflicht), Vertiefung, Beliebige Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • MA3445-V: Graphentheorie (Vorlesung, 2 SWS) • MA3445-Ü: Graphentheorie (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 85 Stunden Selbststudium • 45 Stunden Präsenzstudium • 20 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Hamiltonsche Graphen und Valenzsequenzen • Der Mengersche Satz - neue Beweise • Paarungen und Zerlegungen von Graphen, Baumweite • Die Sätze von Turan und Ramsey • Knoten- und Kantenfärbungen von Graphen • Der Vierfarbensatz 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Fähigkeit, diskrete Probleme mit Methoden der Graphentheorie zu modellieren • Kenntnis von Beweistechniken und Denkweisen der diskreten Mathematik • Kenntnis fundamentaler Resultate sowie ausgewählter aktueller Forschungsergebnisse • Fähigkeit, selbstständig aus der Literatur zu lernen 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Mündliche Prüfung 		
Setzt voraus:		
<ul style="list-style-type: none"> • Lineare Algebra und Diskrete Strukturen 2 (MA1500-KP08, MA1500) • Lineare Algebra und Diskrete Strukturen 1 (MA1000-KP08, MA1000) 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • PD Dr. rer. nat. Christian Bey 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Mathematik • PD Dr. rer. nat. Christian Bey 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • F. Harary: Graph Theory - Reading, MA: Addison-Wesley 1969 • R. Diestel: Graphentheorie - Berlin: Springer 2010 (4. Auflage) • D. Jungnickel: Graphen, Netzwerke und Algorithmen - Mannheim: BI-Wissenschaftsverlag 1994 • J. Bang-Jensen, G. Gutin: Digraphs: Theory, Algorithms and Applications - London: Springer 2001 • B. Bollobas: Modern Graph Theory - Berlin: Springer 1998 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Wird nur auf Deutsch angeboten 		



Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

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

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

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

MA4100-KP05 - Überlebenszeitanalyse (UebAnaKP05)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Unregelmäßig	5
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahl), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • MA4100-V: Überlebenszeitanalyse (Vorlesung, 2 SWS) • MA4100-Ü: Überlebenszeitanalyse (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 90 Stunden Selbststudium • 30 Stunden Eigenständige Projektarbeit • 15 Stunden Präsenzstudium • 15 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Überlebenszeitanalyse • Kaplan-Meier-Methode • Log-Rang-Test • Das Cox-Regressionsmodell und seine Eigenschaften • Die Proportionalitätsannahme • Die stratifizierte Cox-Modell • Parametrische Überlebenszeitanalyse • Ereigniszeitanalysen für rekurrente Ereignisse • Ereigniszeitanalyse für konkurrierende Risiken • Design Aspekte für RCTs 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können die verschiedenen Zensierungsmechanismen erklären, die zur Überlebenszeitanalyse führen. • Sie können die wichtigsten Begriffe der Überlebenszeitanalyse definieren. • Sie können Kaplan-Meier-Schätzer als Punkt- und Intervallschätzer berechnen. • Sie können den Log-Rang-Test für zwei und mehr Gruppen berechnen. • Sie können die Proportionalitätsannahme des Cox-Modells erklären. • Sie können Cox-Modelle schätzen. • Sie können die Proportionalitätsannahme überprüfen. • Sie können Exponential- und Weibullmodelle berechnen. • Sie können die Besonderheiten von rekurrenten Ereignissen und konkurrierende Risiken erklären. • Sie können Modelle für rekurrente Ereignisse und konkurrierende Risiken schätzen. • Sie können eine RCT mit einem time-to-event Endpunkt designen. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Mündliche Prüfung 		
Setzt voraus:		
<ul style="list-style-type: none"> • Biostatistik 2 (MA2600-KP07) • Biostatistik 1 (MA1600-KP04, MA1600, MA1600-MML) • Stochastik 2 (MA4020-KP07) • Stochastik 1 (MA2510-KP04, MA2510) 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Dr. Maren Vens 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Medizinische Biometrie und Statistik • Dr. Maren Vens 		



Literatur:

- Kleinbaum DG, Klein M: Survival Analysis: A Self-Learning Text - 3rd Edition - 2012

Sprache:

- Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

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

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- MA4100-L1: Überlebenszeitanalyse, mündliche Prüfung, 30 min, 100 % der Modulnote

MA4320-KP05 - Optimierungsverfahren für Maschinelles Lernen (OptvML)

Dauer: 1 Semester	Angebotsturnus: Unregelmäßig	Leistungspunkte: 5
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester: <ul style="list-style-type: none"> • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahl), Mathematik, 6. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 2. oder 4. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 6. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 2. oder 4. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen: <ul style="list-style-type: none"> • MA4320-V: Optimierungsverfahren für Maschinelles Lernen (Vorlesung, 2 SWS) • MA4320-Ü: Optimierungsverfahren für Maschinelles Lernen (Übung, 1 SWS) 		Arbeitsaufwand: <ul style="list-style-type: none"> • 85 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung • 45 Stunden Präsenzstudium • 20 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Zielfunktionen im Maschinellen Lernen (z.B. hinge loss, log loss, expected risk, empirical risk) • Optimierungsverfahren für Maschinelles Lernen (z.B. Stochastisches Gradientenverfahren, Adam, stochastische Quasi-Newton-Verfahren) • Anwendungen (z.B. Klassifikation, Regression, Sprach- und Bilderkennung) 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Studierende können Probleme des Maschinellen Lernens als Optimierungsprobleme modellieren. • Sie verstehen die Vor- und Nachteile und Einsatzgebiete einzelner Optimierungsverfahren. • Sie können typische Beweistechniken anwenden. • Sie können Optimierungsverfahren auswählen und für neue Modelle praktisch umsetzen. • Fachübergreifende Aspekte: • Studierende können theoretische Konzepte in die Praxis umsetzen. • Sie besitzen Implementierungserfahrung. • Sie können praktische Probleme abstrahieren. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch: <ul style="list-style-type: none"> • Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten 		
Setzt voraus: <ul style="list-style-type: none"> • Optimierung (MA4030-KP08, MA4030) • Optimierung (Vertiefung Mathematik) (MA4031-KP08) 		
Modulverantwortlicher: <ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. rer. nat. Jan Modersitzki 		
Lehrende: <ul style="list-style-type: none"> • Institut für Mathematische Methoden der Bildverarbeitung • Prof. Dr. rer. nat. Jan Modersitzki • Prof. Dr. rer. nat. Jan Lellmann • Dr. rer. nat. Florian Mannel 		
Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • Goodfellow, Bengio, Courville: Deep Learning - MIT Press • Bottou, Curtis, Nocedal: Optimization Methods for Large-Scale Machine Learning - SIAM • Bubeck: Convex Optimization: Algorithms and Complexity - Now Publishers Inc • Lan: First-order and Stochastic Optimization Methods for Machine Learning - Springer 		
Sprache: <ul style="list-style-type: none"> • Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig 		



Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

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

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

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

Modulprüfung(en):

- MA4320-L1: Optimierungsverfahren für Maschinelles Lernen, Klausur, 90min, oder mündliche Prüfung, 30min, nach Maßgabe des Dozenten, 100% der Modulnote

MA4330-KP05 - Biosignalanalyse (BioSAKP05)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Jedes Sommersemester	5
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Pflicht), Mathematik, 2. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Pflicht), Mathematik, 2. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • MA4330-V: Biosignalanalyse (Vorlesung, 2 SWS) • MA4330-Ü: Biosignalanalyse (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 85 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung • 45 Stunden Präsenzstudium • 20 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Hilbert-Räume • Fourier-Reihen und Fourier-Transformation • Distributionen • diskrete Wavelet-Transformation • Kleinste-Quadrate-Techniken • Anwendungen auf biologische und medizinische Daten 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Studierende haben vertiefte Kenntnisse in den mathematischen Hintergründen der Signalanalyse • Sie beherrschen verschiedene Methoden der eindimensionalen Signalanalyse • Sie sind zur praktischen Verwendung dieser Methoden befähigt • Sie können mit Mathematica oder MatLab arbeiten 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Übungsaufgaben • Klausur 		
Setzt voraus:		
<ul style="list-style-type: none"> • Analysis 2 (MA2500-KP04, MA2500) 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Nachfolge von Prof. Dr. rer. nat. Karsten Keller 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Mathematik • Nachfolge von Prof. Dr. rer. nat. Karsten Keller • Prof. Dr. rer. nat. Jürgen Prestin 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • S. Mallat: A wavelet tour of signal processing - Academic Press, 1998 • A. N. Kolmogorov, S.V. Fomin: Reelle Funktionen und Funktionalanalysis - Deutscher Verlag der Wissenschaften 1975 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Wird nur auf Deutsch angeboten 		
Bemerkungen:		



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

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

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben während des Semesters

Modulprüfung(en):

- MA4330-L1: Biosignalanalyse, Klausur, 90 min, 100% der Modulnote

MA4341-KP05 - Zeitreihenanalyse (ZeitAnKP05)		
Dauer: 1 Semester	Angebotsturnus: Unregelmäßig	Leistungspunkte: 5
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester • Master Zweitfach Mathematik Vermitteln 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 2. oder 3. Fachsemester • Master Zweitfach Mathematik Vermitteln 2017 (Wahlpflicht), Mathematik, 2. oder 3. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahl), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • MA4341-V: Zeitreihenanalyse (Vorlesung, 2 SWS) • MA4341-Ü: Zeitreihenanalyse (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 85 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung • 45 Stunden Präsenzstudium • 20 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Einfache beschreibende und explorative Methoden: Glätten, Differenzieren, Auto- und Kreuzkorrelation • Lineare Modelle für Zeitreihen: MA-Prozesse, AR-Prozesse, ARIMA-Prozesse • Zeitreihen und Modelle mit Langzeitabhängigkeiten • Zeitreihen im Frequenzbereich: Autokorrelationsfunktion, Spektraldichte und deren Schätzung • Nichtlineare Methoden an Fallbeispielen • Analyse und Modellierung von Daten aus den Life Sciences (Software: R, Mathematica, SPSS) 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Studierende haben Grundkenntnisse von Begriffen und Ideen der Zeitreihenanalyse • Sie beherrschen einfache lineare Methoden der Zeitreihenanalyse • Sie haben Kompetenzen in Analyse und Modellierung konkreter Zeitreihen 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Mündliche Prüfung 		
Setzt voraus:		
<ul style="list-style-type: none"> • Stochastik 2 (MA4020-KP07) 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Nachfolge von Prof. Dr. rer. nat. Karsten Keller 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Mathematik • Nachfolge von Prof. Dr. rer. nat. Karsten Keller 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • R. Schlittgen, B. Streitberg: Zeitreihenanalyse - Oldenburg-Verlag, München, Wien 1994 • P.J. Brockwell, R.A. Davis: Time Series: Theory and Methods - Springer, New York 1991 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Wird nur auf Deutsch angeboten 		
Bemerkungen:		



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

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

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- MA4341-L1: Zeitreihenanalyse, mündliche Prüfung, 30 min, 100 % der Modulnote

MA4345-KP05 - Ausgewählte Kapitel der Funktionalanalysis (AKFunkKP05)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Unregelmäßig	5
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester • Master Zweitfach Mathematik Vermitteln 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 2. oder 3. Fachsemester • Master Zweitfach Mathematik Vermitteln 2017 (Wahlpflicht), Mathematik, 2. oder 3. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahl), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • MA4345-V: Ausgewählte Kapitel der Funktionalanalysis (Vorlesung, 2 SWS) • MA4345-Ü: Ausgewählte Kapitel der Funktionalanalysis (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 85 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung • 45 Stunden Präsenzstudium • 20 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • metrische Räume • Elemente der Topologie, insbesondere Kompaktheit • Banach- und Hilberträume • L^p-Räume • Dualität • beschränkte lineare Funktionale und Operatoren 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Verstehen der Übertragung einfacher analytischer Ideen auf allgemeine Strukturen • Erlernen und Anwendung von Techniken der Funktionalanalysis 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Klausur 		
Setzt voraus:		
<ul style="list-style-type: none"> • Analysis 2 (MA2500-KP04, MA2500) 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Nachfolge von Prof. Dr. rer. nat. Karsten Keller 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Mathematik • Nachfolge von Prof. Dr. rer. nat. Karsten Keller 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • A. N. Kolmogorov, S. V. Fomin: Reelle Funktionen und Funktionalanalysis - Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin 1975 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Wird nur auf Deutsch angeboten 		
Bemerkungen:		



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

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

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- MA4345-L1: Ausgewählte Kapitel der Funktionalanalysis, mündliche Prüfung, 30 min, 100 % der Modulnote

MA4400-KP05 - Chaos und Komplexität (ChaKomKP05)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Unregelmäßig	5
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester • Master Biophysik 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, 1. oder 2. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • MA4400-V: Chaos und Komplexität (Vorlesung, 2 SWS) • MA4400-Ü: Chaos und Komplexität (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 85 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung • 45 Stunden Präsenzstudium • 20 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Zeitdiskrete dynamische Systeme und stochastische Prozesse • Nichtlinearität und Chaos • Ergodizität • Symbolische Dynamik • Informationstheoretische Komplexitätsmaße • Ordinale Zeitreihenanalyse • Biologische und medizinische Anwendungen, insbesondere EEG-Analyse 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Studierende erlangen Einsichten in grundlegende Aspekte nichtlinearer Dynamik • Sie haben Fähigkeiten in der Analyse und Modellierung komplexer Daten und Zeitreihen • Sie haben Kompetenzen in der Simulation und Illustration nichtlinearer dynamischer Phänomene 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten 		
Setzt voraus:		
<ul style="list-style-type: none"> • Stochastik 1 (MA2510-KP04, MA2510) • Analysis 1 (MA2000-KP08, MA2000) 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Nachfolge von Prof. Dr. rer. nat. Karsten Keller 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Mathematik • Nachfolge von Prof. Dr. rer. nat. Karsten Keller 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • M. Brin, G. Stuck: Introduction to Dynamical Systems - Cambridge University Press 2002 • J. M. Amigó: Permutation Complexity in Dynamical Systems - Springer 2010 • R. L. Devaney: An Introduction to Chaotic Dynamical Systems - Westview Press 2003 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Variabel je nach gewählter Veranstaltung 		
Bemerkungen:		



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

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

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- MA4400-L1: Chaos und Komplexität, mündliche Prüfung, 30 min, 100 % der Modulnote

englischsprachiges Skript

MA4410-KP05 - Approximationstheorie (ApproxKP05)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Unregelmäßig	5
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester • Master Zweitfach Mathematik Vermitteln 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 2. oder 3. Fachsemester • Master Zweitfach Mathematik Vermitteln 2017 (Wahlpflicht), Mathematik, 2. oder 3. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • MA4410-V: Approximationstheorie (Vorlesung, 2 SWS) • MA4410-Ü: Approximationstheorie (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 65 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung • 45 Stunden Präsenzstudium • 30 Stunden Eigenständige Projektarbeit • 10 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Funktionalanalytische Grundlagen • Beste Approximation • Lineare Verfahren, trigonometrische Kerne • Jackson- und Bernsteinsätze • Stetigkeitsmodule • Singuläre Integrale • Satz von Banach-Steinhaus • Interpolationsverfahren • Stabilitätsungleichungen 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • mathematische Arbeitsweisen einüben (Entwickeln von mathematischer Intuition und deren formaler Begründung, Schulung des Abstraktionsvermögens, Beweisführung) • Anwendung von grundlegenden Konzepten aus der Funktionalanalysis und der Theorie der Funktionenräume • Vermittlung approximationstheoretischer Grundprinzipien • Verständnis für Zusammenhang zwischen Konvergenzordnung und Glättung • Kenntnis grundlegender Approximationsverfahren • Anwendung von Computer-Algebra zur Visualisierung und zum besseren Verständnis der verwendeten Methoden 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Übungsaufgaben, Projekt sowie mündliche Prüfung oder Klausur 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. rer. nat. Jürgen Prestin 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Mathematik • Prof. Dr. rer. nat. Jürgen Prestin 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • P. L. Butzer, R. J. Nessel: Fourier Analysis and Approximation - Birkhäuser Verlag 1971 • R. A. Devore, G. G. Lorentz: Constructive Approximation - Springer 1993 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern 		
Bemerkungen:		



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

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

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- MA4410-L1: Approximationstheorie, mündliche Prüfung, 30 min, 100 % der Modulnote

MA4450-KP05 - Modellierung Biologischer Systeme (MoBSKP05)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Jedes Wintersemester	5
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Pflicht), Mathematik, 1. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • MA4450-V: Modellierung biologischer Systeme (Vorlesung, 2 SWS) • MA4450-Ü: Modellierung biologischer Systeme (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 85 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung • 45 Stunden Präsenzstudium • 20 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Einfache zeitdiskrete deterministische Modelle • Strukturierte zeitdiskrete Populationsdynamik • Galton-Watson-Prozesse • Modellierung von Daten und Datenanalyse 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Studierende haben Kenntnis von elementaren zeitdiskreten Modellen zur Modellierung biologischer Prozesse • Sie entwickeln die Fähigkeit, Ideen aus verschiedenen mathematischen Disziplinen zusammenzuführen • Sie haben Kompetenzen in Datenanalyse und Modellierung • Sie entwickeln Kompetenzen zur interdisziplinären Arbeit 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Übungs- bzw. Projektaufgaben • Klausur 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Nachfolge von Prof. Dr. rer. nat. Karsten Keller 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Mathematik • Nachfolge von Prof. Dr. rer. nat. Karsten Keller 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • F. Braer, C. Castillo-Chavez: Mathematical Models in Population Biology and Epidemiology - New York: Springer 2000 • H. Caswell: Matrix Population Models - Sunderland: Sinauer Associates 2001 • S. N. Elaydi: An Introduction to Difference Equations - New York: Springer 1999 • B. Huppert: Angewandte Lineare Algebra - Berlin: de Gruyter 1990 • U. Krengel: Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik - Wiesbaden: Vieweg 2002 • E. Seneta: Non-negative Matrices and Markov Chains - New York: Springer 1981 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Wird nur auf Deutsch angeboten 		
Bemerkungen:		
<p>Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Keine (die Kompetenzen der unter Setzt voraus genannten Module werden für dieses Modul benötigt, sind aber keine formale Voraussetzung) <p>Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Prüfungsvorleistungen können zu Beginn des Semesters festgelegt werden. Sind Vorleistungen definiert, müssen diese vor der Erstprüfung erbracht und positiv bewertet worden sein. <p>Modulprüfung(en):</p> <ul style="list-style-type: none"> - MA4450-L1: Modellierung Biologischer Systeme, Klausur, 90 min, 100 % der Modulnote 		



MA4453-KP05 - Evolutionary Dynamics: Population Genetic and Ecological Models (EDPGEMKP05)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Unregelmäßig	5
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • MA4453-V: Evolutionary Dynamics: Population Genetic and Ecological Models (Vorlesung, 2 SWS) • MA4453-Ü: Evolutionary Dynamics: Population Genetic and Ecological Models (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 65 Stunden Selbststudium • 45 Stunden Präsenzstudium • 30 Stunden Eigenständige Projektarbeit • 10 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der mathematischen Populationsgenetik • Diskrete stochastische Modelle • Genetische Drift • Natürliche Selektion • Kopplung von evolutionärer und ökologischer Dynamik • Dynamik von Infektionskrankheiten • Umgang mit öffentlich zugänglichen Daten zur Ausbreitung von Infektionskrankheiten 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Die Studenten können die biologischen und mathematischen Grundlagen der Populationsgenetik erklären. • Die Studenten können einfache stochastische Modelle konstruieren und formal analysieren. • Die Studenten können Approximationen von einfachen Modellen durchführen. • Die Studenten können mathematische Modelle und Daten in einen Zusammenhang setzen. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Mündliche Prüfung 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. Arne Traulsen 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Max-Planck Institut für Evolutionsbiologie • Institut für Mathematik • Prof. Dr. Arne Traulsen • MitarbeiterInnen des Instituts • Dr. Christian Hilbe • Dr. Hildegard Uecker • Dr. Chaitanya Gokhale 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • S.P. Otto and T.Day: A Biologist's Guide to Mathematical Modeling in Ecology and Evolution. - Princeton University Press, 2007 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Wird nur auf Englisch angeboten 		
Bemerkungen:		



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

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

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- MA4453-L1: Evolutionary Dynamics: Population Genetic and Ecological Models, mündliche Prüfung, 30 min, 100 % der Modulnote

MA4454-KP05 - Evolutionary Dynamics: Game Theory (EvDyGTKP05)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Unregelmäßig	5
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • MA4454-V: Evolutionary Game Theory - from Basics to Recent Developments (Vorlesung, 2 SWS) • MA4454-Ü: Evolutionary Game Theory - from Basics to Recent Developments (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 65 Stunden Selbststudium • 45 Stunden Präsenzstudium • 30 Stunden Eigenständige Projektarbeit • 10 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der klassischen Spieltheorie • Deterministische und stochastische evolutionäre Spieltheorie • Evolution von Kooperation und Bestrafung • Wiederholte Spiele • Anwendungen in Genetik, Ökologie und sozialer Dynamik 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Die Studenten können die Grundbegriffe der Spieltheorie erklären und anwenden. • Sie können evolutionäre Modelle basierend auf spieltheoretischen Interaktionen konstruieren. • Sie können evolutionäre Spiele formal analysieren. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Mündliche Prüfung 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. Arne Traulsen 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Max-Planck Institut für Evolutionsbiologie • Institut für Mathematik • Prof. Dr. Arne Traulsen • N.N. 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • M.A. Nowak: Evolutionary Dynamics - Exploring the equations of life - Harvard University Press, 2006 • Broom & Rychtar: Game-Theoretical Models in Biology - Chapman & Hall, 2013 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Wird nur auf Englisch angeboten 		
Bemerkungen:		
<p>Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Keine (die Kompetenzen der unter Setzt voraus genannten Module werden für dieses Modul benötigt, sind aber keine formale Voraussetzung) <p>Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang <p>Modulprüfung(en):</p> <ul style="list-style-type: none"> - MA4454-L1: Evolutionary Dynamics: Game Theory, mündliche Prüfung, 30 min, 100 % der Modulnote 		



MA4501-KP05 - Mathematik der Bildverarbeitung (MaBVKP05)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Jedes zweite Wintersemester	5
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 3. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Pflicht), Mathematik, 1. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • MA4500-V: Mathematik der Bildverarbeitung (Vorlesung, 2 SWS) • MA4500-Ü: Mathematik der Bildverarbeitung (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 65 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung • 45 Stunden Präsenzstudium • 30 Stunden Eigenständige Projektarbeit • 10 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Modellierung im Funktionenraum • Korrektgestelltheit und Regularisierung • Grundlagen der Variationsrechnung und Euler-Lagrange-Gleichung • Bildrestauration • Segmentierung und Liftingverfahren • Evolutionsgleichungen in der Bildverarbeitung (Diskretisierung, Stabilität) 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Studierende besitzen ein fundiertes mathematisches Verständnis der grundlegenden Bildverarbeitungstechniken. • Studierende können typische mathematische Verfahren der Bildverarbeitung vergleichen und bewerten. • Studierende können typische mathematische Methoden der Bildverarbeitung herleiten. • Studierende verstehen fundamentale Diskretisierungsmethoden und deren Analyse. • Studierende verstehen typische numerische Verfahren in der Bildverarbeitung. • Studierende können fundamentale Bildverarbeitungsmethoden implementieren. • Fachübergreifende Aspekte: • Studierende besitzen fortgeschrittene Modellbildungskompetenz. • Studierende können theoretische Konzepte in die Praxis umsetzen. • Studierende besitzen Implementierungserfahrung. • Studierende können praktische Probleme abstrahieren. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten 		
Setzt voraus:		
<ul style="list-style-type: none"> • Lineare Algebra und Diskrete Strukturen 2 (MA1500-KP08, MA1500) • Analysis 2 (MA2500-KP09) 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. rer. nat. Jan Modersitzki 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Mathematische Methoden der Bildverarbeitung • Prof. Dr. rer. nat. Jan Modersitzki • Prof. Dr. rer. nat. Jan Lellmann 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • Gonzalez, Woods: Digital Image Processing - Prentice Hall • Russ: The Image Processing Handbook - CRC Press • Handels: Medizinische Bildverarbeitung - Vieweg+Teubner 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig 		

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

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

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

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

Modulprüfung(en):

- MA4501-L1: Mathematik der Bildverarbeitung, Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min) nach Maßgabe des Dozenten, 100% der Modulnote

MA4510-KP05 - Wavelet-Theorie (WaveThKP05)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Unregelmäßig	5
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • MA4510-V: Wavelet-Theorie (Vorlesung, 2 SWS) • MA4510-Ü: Wavelet-Theorie (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 65 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung • 45 Stunden Präsenzstudium • 30 Stunden Eigenständige Projektarbeit • 10 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Das Haar-System • Diskrete Haar-Transformation • Orthonormale Wavelet-Basen • Multiresolution Analysis • Rekonstruktions- und Zerlegungsalgorithmen • Periodische Wavelets • Multivariate Verallgemeinerungen 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • mathematische Arbeitsweisen einüben (Entwickeln von mathematischer Intuition und deren formaler Begründung, Schulung des Abstraktionsvermögens, Beweisführung) • Anwendung von grundlegenden Konzepten aus der Funktionalanalysis und der Theorie der Funktionenräume • Kenntnis der Grundlagen der Wavelet-Analysis • Verständnis von Anwendungen in der Signalanalyse • Die Studierenden erlernen das Arbeiten mit Wavelet-Algorithmen und Wavelet-Software. • Anwendung von Computer-Algebra zur Visualisierung und zum besseren Verständnis der verwendeten Methoden 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Übungsaufgaben, Projekt sowie mündliche Prüfung oder Klausur 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. rer. nat. Jürgen Prestin 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Mathematik • Prof. Dr. rer. nat. Jürgen Prestin 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • I. Daubechies: Ten lectures on wavelets - SIAM Publ., Philadelphia, 1992 • A.K. Louis, P. Maass, A. Rieder: Wavelets - Teubner Studienbücher Mathematik, 1994 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern 		
Bemerkungen:		



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

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

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- MA4510-L1: Wavelet-Theorie, mündliche Prüfung, 30 min, 100 % der Modulnote

MA4610-KP05 - Stochastische Prozesse (StoProKP05)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	In der Regel jährlich, vorzugsweise im WiSe	5
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Pflicht), Mathematik, 1. oder 3. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Pflicht), Mathematik, 1. oder 3. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • MA4610-V: Stochastische Prozesse (Vorlesung, 2 SWS) • MA4610-Ü: Stochastische Prozesse (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 85 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung • 45 Stunden Präsenzstudium • 20 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Bedingte Erwartung • Stochastische Prozesse • Filtrationen • Martingale • Brownsche Bewegung 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung eines Verständnisses für stochastische Prozesse anhand ausgewählter Prozessklassen • Vertiefung stochastischer Denkweisen • Anwendung von grundlegenden Ideen und Konzepten der stochastischen Analysis 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Klausur 		
Setzt voraus:		
<ul style="list-style-type: none"> • Stochastik 2 (MA4020-KP07) • Stochastik 1 (MA2510-KP04, MA2510) 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. rer. nat. Andreas Rößler 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Mathematik • Prof. Dr. rer. nat. Andreas Rößler 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • L. C. G. Rogers, D. Williams: Diffusions, Markov Processes, and Martingales, Vol. 1, Foundations - 2nd edition, Cambridge University Press, 2000 • L. C. G. Rogers, D. Williams: Diffusions, Markov Processes, and Martingales, Vol. 2, Ito Calculus - 2nd edition, Cambridge University Press, 2014 • Ioannis Karatzas, Steven E. Shreve: Brownian Motion and Stochastic Calculus - Springer Verlag, 2nd edition, 1991 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern 		
Bemerkungen:		



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

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

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

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

Modulprüfung(en):

- MA4610-L1: Stochastische Prozesse, Klausur, 90 min, 100 % der Modulnote

MA4611-KP05 - Markov-Prozesse (MarkPrKP05)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Unregelmäßig	5
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahl), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahl), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • MA4611-V: Markov-Prozesse (Vorlesung, 2 SWS) • MA4611-Ü: Markov-Prozesse (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 85 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung • 45 Stunden Präsenzstudium • 20 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Markov-Ketten und Irrfahrten • Zeitstetige Markov-Prozesse • Brownsche Bewegung • Poisson-Prozess • Geburts- und Sterbeprozesse • lebenswissenschaftliche Anwendungen 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Beherrschung einiger wichtiger Klassen stochastischer Prozesse und Verständnis ihrer Anwendungsmöglichkeiten 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Nachfolge von Prof. Dr. rer. nat. Karsten Keller 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Mathematik • Nachfolge von Prof. Dr. rer. nat. Karsten Keller 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Wird nur auf Deutsch angeboten 		
Bemerkungen:		
<p>Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Keine (die Kompetenzen der unter Setzt voraus genannten Module werden für dieses Modul benötigt, sind aber keine formale Voraussetzung) 		
<p>Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang 		
<p>Modulprüfung(en):</p> <ul style="list-style-type: none"> - MA4611-L1: Markov-Prozesse, mündliche Prüfung, 30 min, 100 % der Modulnote 		

MA4614-KP05 - Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen (NMPDGKP05)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Unregelmäßig	5
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • MA4614-V: Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen (Vorlesung, 2 SWS) • MA4614-Ü: Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 85 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung • 45 Stunden Präsenzstudium • 20 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Theorie partieller Differentialgleichungen • Numerische Behandlung partieller Differentialgleichungen • Diskretisierung von Anfangs-Randwertproblemen • Numerische Approximationsverfahren • Fehleranalyse • Stabilität und Konsistenz 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Vermittlung von Grundlagen numerischer Verfahren für partielle Differentialgleichungen • Erlernen von Beweistechniken sowie der Anwendung von Resultaten der Numerik für partielle Differentialgleichungen • Sicherer Umgang mit zentralen Begriffen und Resultaten sowie ausgewählten weiterführenden Inhalten 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten 		
Setzt voraus:		
<ul style="list-style-type: none"> • Numerik 2 (MA4040-KP06) • Numerik 1 (MA3110-KP06) • Lineare Algebra und Diskrete Strukturen 2 (MA1500-KP08, MA1500) • Lineare Algebra und Diskrete Strukturen 1 (MA1000-KP08, MA1000) • Analysis 2 (MA2500-KP09) • Analysis 1 (MA2000-KP08, MA2000) 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. rer. nat. Andreas Rößler 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Mathematik • Prof. Dr. rer. nat. Andreas Rößler • MitarbeiterInnen des Instituts 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern 		
Bemerkungen:		



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

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

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- MA4614-L1: Numerische Methoden für partielle Differentialgleichungen, Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min), 100% der Modulnote

Literatur wird in der Vorlesung bekannt gegeben.

MA4615-KP05 - Numerik stochastischer Prozesse (NuStPrKP05)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Unregelmäßig	5
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • MA4615-V: Numerik stochastischer Prozesse (Vorlesung, 2 SWS) • MA4615-Ü: Numerik stochastischer Prozesse (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 85 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung • 45 Stunden Präsenzstudium • 20 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen stochastischer Prozesse in stetiger Zeit • Stochastische Differentialgleichungen • Zeitdiskrete Approximationen für Lösungen stochastischer Differentialgleichungen • Verfahren zur starken und schwachen Approximation 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Vermittlung von Grundlagen stochastischer Prozesse sowie einiger numerischer Verfahren • Erlernen von Beweistechniken sowie der Anwendung von Algorithmen • Sicherer Umgang mit zentralen Begriffen und Resultaten sowie ausgewählter weiterführender Inhalte 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten 		
Setzt voraus:		
<ul style="list-style-type: none"> • Stochastische Prozesse (MA4610-KP05) • Stochastik 2 (MA4020-KP07) • Stochastik 1 (MA2510-KP04, MA2510) 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. rer. nat. Andreas Rößler 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Mathematik • Prof. Dr. rer. nat. Andreas Rößler 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • P. E. Kloeden, E. Platen: Numerical Solution of Stochastic Differential Equations - Springer-Verlag, Berlin, 1999 • P. E. Kloeden, E. Platen, H. Schurz: Numerical Solution of SDE Through Computer Experiments - Springer-Verlag, Berlin, 2003 • G. N. Milstein, M. V. Tretyakov: Stochastic Numerics for Mathematical Physics - Springer-Verlag, Berlin, 2004 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern 		
Bemerkungen:		



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

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

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- MA4615-L1: Numerik stochastischer Prozesse, Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min), 100 % der Modulnote

MA4616-KP05 - Höhere Numerik (HoeNumKP05)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Unregelmäßig	5
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester • Master Zweitfach Mathematik Vermitteln 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 2. oder 3. Fachsemester • Master Zweitfach Mathematik Vermitteln 2017 (Wahlpflicht), Mathematik, 2. oder 3. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • MA4616-V: Höhere Numerik (Vorlesung, 2 SWS) • MA4616-Ü: Höhere Numerik (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 85 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung • 45 Stunden Präsenzstudium • 20 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Numerische Behandlung gewöhnlicher Differentialgleichungen • Ein-Schritt-Verfahren, lokale und globale Fehleranalyse • Konsistenz- und Konvergenzordnung • Steife Differentialgleichungen, implizite Verfahren, Stabilität 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Vermittlung von Grundlagen numerischer Verfahren für Differentialgleichungen • Erlernen von Beweistechniken sowie der Anwendung von Resultaten der Numerik für Differentialgleichungen • Sicherer Umgang mit zentralen Begriffen und Resultaten sowie mit ausgewählten weiterführenden Inhalten 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten 		
Setzt voraus:		
<ul style="list-style-type: none"> • Numerik 2 (MA4040-KP06) • Numerik 1 (MA3110-KP06) 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. rer. nat. Andreas Rößler 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Mathematik • Prof. Dr. rer. nat. Andreas Rößler 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern 		
Bemerkungen:		
Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls: - Keine (die Kompetenzen der unter Setzt voraus genannten Module werden für dieses Modul benötigt, sind aber keine formale Voraussetzung)		
Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en): - Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang		
Modulprüfung(en): - MA4616-L1: Höhere Numerik, Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min), 100 % der Modulnote		
Literatur wird in der Vorlesung bekannt gegeben.		



MA4617-KP05 - Stochastische Differentialgleichungen (StDiGIKP05)

Dauer: 1 Semester	Angebotsturnus: Unregelmäßig	Leistungspunkte: 5
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • MA4617-V: Stochastische Differentialgleichungen (Vorlesung, 2 SWS) • MA4617-Ü: Stochastische Differentialgleichungen (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 85 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung • 45 Stunden Präsenzstudium • 20 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Stochastische Prozesse, Brownsche Bewegung • Stochastische Integration • Ito-Formel • Stochastische Differentialgleichungen 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Vermittlung von Grundlagen stochastischer Prozesse sowie stochastischer Differentialgleichungen • Erlernen von Beweistechniken sowie der Anwendung von Resultaten der stochastischen Analysis • Sicherer Umgang mit zentralen Begriffen und Resultaten sowie ausgewählter weiterführender Inhalte 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten 		
Setzt voraus:		
<ul style="list-style-type: none"> • Stochastische Prozesse (MA4610-KP05) • Stochastik 2 (MA4020-KP07) • Stochastik 1 (MA2510-KP04, MA2510) 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. rer. nat. Andreas Rößler 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Mathematik • Prof. Dr. rer. nat. Andreas Rößler 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • Bernt Oksendal: Stochastic Differential Equations: An Introduction with Applications - Springer Verlag, 6th edition, 2013 • Ioannis Karatzas, Steven E. Shreve: Brownian Motion and Stochastic Calculus - Springer Verlag, 2nd edition, 1991 • Philip Protter: Stochastic Integration and Differential Equations - Springer Verlag, 2005 • K. L. Chung, R. J. Williams: Introduction to Stochastic Integration - Birkhäuser, 2nd edition, 1990 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern 		
Bemerkungen:		



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

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

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- MA4617-L1: Stochastische Differentialgleichungen, Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min), 100 % der Modulnote

MA4618-KP05 - Einführung in stochastische partielle Differentialgleichungen (EinSPDKP05)

Dauer: 1 Semester	Angebotsturnus: Unregelmäßig	Leistungspunkte: 5
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • MA4618-V: Einführung in stochastische partielle Differentialgleichungen (Vorlesung, 2 SWS) • MA4618-Ü: Einführung in stochastische partielle Differentialgleichungen (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 85 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung • 45 Stunden Präsenzstudium • 20 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Gaußmaße auf Hilberträumen • Unendlich-dimensionale Brownsche Bewegung • Martingale in Banachräumen • Stochastische Integration in Hilberträumen • Existenz von Lösungen für SPDEs 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Vermittlung von Grundlagen der Theorie stochastischer partieller Differentialgleichungen • Erlernen von Beweistechniken sowie der Anwendung von Resultaten der Theorie stochastischer partieller Differentialgleichungen • Sicherer Umgang mit zentralen Begriffen und Resultaten sowie mit ausgewählten weiterführenden Inhalten 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten 		
Setzt voraus:		
<ul style="list-style-type: none"> • Stochastische Prozesse (MA4610-KP05) • Stochastik 2 (MA4020-KP07) • Stochastik 1 (MA2510-KP04, MA2510) 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. rer. nat. Andreas Rößler 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Mathematik • Prof. Dr. rer. nat. Andreas Rößler • MitarbeiterInnen des Instituts 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern 		
Bemerkungen:		
<p>Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Keine (die Kompetenzen der unter Setzt voraus genannten Module werden für dieses Modul benötigt, sind aber keine formale Voraussetzung) <p>Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang <p>Modulprüfung(en):</p> <ul style="list-style-type: none"> - MA4618-L1: Einführung in stochastische partielle Differentialgleichungen, Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min), 100 % der Modulnote 		



Literatur wird in der Vorlesung bekannt gegeben.

MA4630-KP05 - Fourier-Analysis (FouAnaKP05)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Unregelmäßig	5
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahl), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • MA4630-V: Fourier-Analysis (Vorlesung, 2 SWS) • MA4630-Ü: Fourier-Analysis (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 65 Stunden Selbststudium • 45 Stunden Präsenzstudium • 30 Stunden Eigenständige Projektarbeit • 10 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Theorie der Fourier-Transformation • Fourier-Transformation im Hilbert-Raum • Summationsverfahren • Anwendung beim Lösen von Differentialgleichungen • Laplace- und Mellin-Transformation • Numerische Aspekte und Zusammenhang zur Diskreten Fourier-Transformation 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • mathematische Arbeitsweisen einüben (Entwickeln von mathematischer Intuition und deren formaler Begründung, Schulung des Abstraktionsvermögens, Beweisführung) • Anwendung von grundlegenden Konzepten aus der Funktionalanalysis und der Theorie der Funktionenräume • Kenntnisse über Integraltransformationen • Vertieftes Verständnis für die Fourier-Transformation • Anwendung von Computer-Algebra zur Visualisierung und zum besseren Verständnis der verwendeten Methoden 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Übungsaufgaben, Projekt sowie mündliche Prüfung oder Klausur 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. rer. nat. Jürgen Prestin 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Mathematik • Prof. Dr. rer. nat. Jürgen Prestin 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • Chandrasekharan, K.: Classical Fourier Transforms - Springer 1989 • Pinsky, M. A.: Introduction to Fourier Analysis and Wavelets - Brooks/Cole 2002 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern 		
Bemerkungen:		



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

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

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- MA4630-L1: Fourier-Analysis, mündliche Prüfung, 30 min, 100 % der Modulnote

MA4650-KP05 - Matrixalgebra (MatAlgKP05)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:	Max. Gruppengröße:
1 Semester	Alle zwei Jahre	5	20

Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:

- Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester
- Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester
- Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester
- Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester

Lehrveranstaltungen:

- MA4650-V: Matrixalgebra (Vorlesung, 2 SWS)
- MA4650-Ü: Matrixalgebra (Übung, 1 SWS)

Arbeitsaufwand:

- 60 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung
- 45 Stunden Präsenzstudium
- 30 Stunden Eigenständige Projektarbeit
- 15 Stunden Prüfungsvorbereitung

Lehrinhalte:

- Eigenschaften von Matrizen
- Spezielle Matrizen
- Quadratische Formen
- Zerlegungen
- Verallgemeinerte Inverse
- Differentiation
- Wahrscheinlichkeitsrechnung
- Herleitung und Berechnung von Schätzern
- Designmatrizen
- Lineare Hypothesen
- Beispiele: multiple lineare Regression, gewichtete Kleinste-Quadrate-Schätzung, Shrinkage-Schätzung

Qualifikationsziele/Kompetenzen:

- Die Studierenden kennen zahlreiche Rechenregeln.
- Sie verstehen Beweise, insbesondere zu generalisierten linearen Modellen und multivariaten Verfahren.
- Sie beherrschen das Matrixkalkül.
- Sie wenden die lineare Algebra auf lineare Modelle an.
- Sie können praktische Probleme in der Statistik abstrakt bearbeiten.

Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:

- Klausur

Setzt voraus:

- Biostatistik 2 (MA2600-KP07)
- Biostatistik 1 (MA1600-KP04, MA1600, MA1600-MML)
- Analysis 2 (MA2500-KP09)

Modulverantwortlicher:

- [PD Dr. rer. pol. Reinhard Vonthein](#)

Lehrende:

- [Institut für Medizinische Biometrie und Statistik](#)
- [PD Dr. rer. pol. Reinhard Vonthein](#)
- MitarbeiterInnen des Instituts

Literatur:

- Schmidt, K., Trenkler, G.: Einführung in die Moderne Matrix-Algebra: Mit Anwendungen in der Statistik - Springer: Heidelberg 2006, ISBN 9783540330073
- Toutenburg, H.: Lineare Modelle - Physica: Heidelberg 1992 und 2006, ISBN 978-3790815191
- Fahrmeir, L., Kneib, T., Lang, S.: Regression: Modelle, Methoden und Anwendungen - Springer: Heidelberg 2007, ISBN 9783642343339

- Healy, Michael: Matrices for Statistics - ISBN 9780198507024

Sprache:

- Wird nur auf Deutsch angeboten

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

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

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- MA4650-L1: Matrixalgebra, Klausur, 90 min, 100 % der Modulnote

MA4665-KP05 - Statistisches Lernen (StaLerKP05)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:	Max. Gruppengröße:
1 Semester	Alle zwei Jahre	5	20
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:			
<ul style="list-style-type: none"> • Master Medizinische Informatik 2019 (Wahlpflicht), Medical Data Science / Künstliche Intelligenz, 1. oder 2. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester 			
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:	
<ul style="list-style-type: none"> • MA4665-V: Statistisches Lernen (Vorlesung, 2 SWS) • MA4665-Ü: Statistisches Lernen (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 60 Stunden Selbststudium • 45 Stunden Präsenzstudium • 30 Stunden Eigenständige Projektarbeit • 15 Stunden Prüfungsvorbereitung 	
Lehrinhalte:			
<ul style="list-style-type: none"> • Anwendungsszenarien und Fragestellungen für Vorhersagemodelle (Schwerpunkt: Risikovorhersage) • Studiendesign und Datenvorverarbeitung • Übersicht verschiedener maschineller Lernverfahren (Konzepte, Vor- und Nachteile) • Entwicklung von Vorhersagemodellen • Bewertung der Vorhersagegüte • Vergleich von Vorhersagemodellen • Variablenauswahl • Erweiterung auf Ereigniszeiten mit Zensierung 			
Qualifikationsziele/Kompetenzen:			
<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können Fragestellungen definieren, zu deren Beantwortung Vorhersagemodelle geeignet sind • Sie können die einzelnen Schritte bei der Entwicklung und der Bewertung von Vorhersagemodellen erläutern • Sie können dabei häufig auftretende Fehler und Probleme sowie Lösungsmöglichkeiten beschreiben • Sie können zentrale Ideen verschiedener maschineller Lernverfahren beschreiben und geeignete Verfahren in Anwendungssituationen auswählen • Sie können Modelle in der Programmiersprache R entwickeln und bewerten 			
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:			
<ul style="list-style-type: none"> • Projektarbeit • Mündliche Prüfung oder Klausur 			
Setzt voraus:			
<ul style="list-style-type: none"> • Biostatistik 1 (MA1600-KP04, MA1600, MA1600-MML) 			
Modulverantwortlicher:			
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. rer. nat. Silke Szymczak 			
Lehrende:			
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Medizinische Biometrie und Statistik • Prof. Dr. rer. nat. Silke Szymczak • MitarbeiterInnen des Instituts 			
Literatur:			
<ul style="list-style-type: none"> • Thomas Gerds und Michael Kattan: Medical Risk Prediction Models: With Ties to Machine Learning - CRC Press: Boca Raton, FL (2022) 			
Sprache:			
<ul style="list-style-type: none"> • Deutsch oder Englisch 			



Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

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

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Keine

Modulprüfung(en):

- MA4665-L1: Statistisches Lernen, Mündliche Prüfung (20 min) oder Klausur (60 min), 50 % der Modulnote
- MA4665-L2: Forschungsprojekt inkl. Vortrag und Code-Dokumentation, 50 % der Modulnote

MA4666-KP05 - Interpretierbares statistisches Lernen (IStLern)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:	Max. Gruppengröße:
1 Semester	Alle zwei Jahre	5	20
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:			
<ul style="list-style-type: none"> • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, Beliebiges Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, Beliebiges Fachsemester • Master Medizinische Informatik 2019 (Wahlpflicht), Medical Data Science / Künstliche Intelligenz, 1. oder 2. Fachsemester 			
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:	
<ul style="list-style-type: none"> • Interpretierbares statistisches Lernen (Vorlesung, 2 SWS) • Interpretierbares statistisches Lernen (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 60 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung • 45 Stunden Präsenzstudium • 30 Stunden Programmieren • 15 Stunden Prüfungsvorbereitung 	
Lehrinhalte:			
<ul style="list-style-type: none"> • Begriffsdefinition: Interpretierbares statistisches Lernen • Interpretierbare Modelle • Globale modellagnostische Methoden • Partial Dependence Plots (PDP) • Accumulated Local Effects (ALE) • Variablenwichtigkeiten • Lokale modellagnostische Methoden • Individual Conditional Expectation (ICE) • Lokale Surrogates (LIME) • Counterfactual Explanations • Shapley Werte, SHAP 			
Qualifikationsziele/Kompetenzen:			
<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können die zentralen Ideen von interpretierbarem statistischem Lernen erklären. • Sie kennen den Unterschied zwischen modellbasierten und modellagnostischen Verfahren. • Sie können die Unterschiede zwischen den verschiedenen Verfahren zur Interpretation von Modellen erklären. • Sie können geeignete Verfahren in einer Anwendungssituation auswählen. • Sie können die Verfahren unter Verwendung von R implementieren und anwenden. 			
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:			
<ul style="list-style-type: none"> • Mündliche Prüfung oder Klausur 			
Setzt voraus:			
<ul style="list-style-type: none"> • Biostatistik 1 (MA1600-KP04, MA1600, MA1600-MML) 			
Lehrende:			
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Medizinische Biometrie und Statistik • Dr. rer. hum. biol. Björn-Hergen Laabs 			
Literatur:			
<ul style="list-style-type: none"> • Molnar, C.: Interpretable Machine Learning: A Guide for Making Black Box Models Explainable - Springer, New York 2022 (2nd ed.) • Hastie, T., Tibshirani, R., Friedman, J.: The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference and Prediction - Springer, New York 2009 (2nd ed.) • Wu, X., Kumar, V.: The Top Ten Algorithms in Data Mining - CRC Press, Boca Raton 2009 			
Sprache:			
<ul style="list-style-type: none"> • Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern 			

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

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

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Keine

Modulprüfung(en):

- MA4666-L1: Interpretierbares statistisches Lernen, Mündliche Prüfung (20 min) oder Klausur (60 min), 100% der Modulnote

MA4670-KP05 - Kombinatorik (KombiKP05)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Unregelmäßig	5
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester • Master Zweitfach Mathematik Vermitteln 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 2. oder 3. Fachsemester • Master Zweitfach Mathematik Vermitteln 2017 (Wahlpflicht), Mathematik, 2. oder 3. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahl), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • MA4670-V: Kombinatorik (Vorlesung, 2 SWS) • MA4670-Ü: Kombinatorik (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 85 Stunden Selbststudium • 45 Stunden Präsenzstudium • 20 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Permutation, Kombinationen, Variationen • Partitionen • Erzeugende Funktionen • Rekurrenzgleichungen • Differenzen und Summen • Inklusion - Exklusion 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Vermittlung grundlegender Techniken der Kombinatorik • Erlernen von Beweistechniken und Denkweisen der Kombinatorik • Vermittlung fundamentaler Resultate sowie ausgewählter Vertiefungen • Fähigkeit, selbstständig aus der Literatur zu lernen 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Mündliche Prüfung 		
Setzt voraus:		
<ul style="list-style-type: none"> • Lineare Algebra und Diskrete Strukturen 2 (MA1500-KP08, MA1500) • Lineare Algebra und Diskrete Strukturen 1 (MA1000-KP08, MA1000) • Analysis 1 (MA2000-KP08, MA2000) 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • PD Dr. rer. nat. Christian Bey 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Mathematik • PD Dr. rer. nat. Christian Bey 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • Peter Tittmann: Einführung in die Kombinatorik - Spektrum Akademischer Verlag 2000 • Richard A. Brualdi: Introductory Combinatorics - Pearson Prentice Hall 2004 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Wird nur auf Deutsch angeboten 		
Bemerkungen:		



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

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

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- MA4670-L1: Kombinatorik, mündliche Prüfung, 30 min, 100 % der Modulnote

MA4675-KP05 - Algebra (AlgebrKP05)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Unregelmäßig	5
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • MA4675-V: Algebra (Vorlesung, 2 SWS) • MA4675-Ü: Algebra (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 85 Stunden Selbststudium • 45 Stunden Präsenzstudium • 20 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Gruppen (Halbgruppen, Untergruppen, Homomorphismen, Normalteiler, Isomorphiesätze, Produkte von Gruppen) • Ringe (Einheiten, Ringhomomorphismen, Polynomringe, Quotientenkörper, Ideale) • Körpererweiterungen (Charakteristik eines Körpers, Primkörper, Grad einer Körpererweiterung, algebraische und transzendente Elemente, algebraische Körpererweiterungen, Zerfällungskörper eines Polynoms) • Geometrische Konstruktionen (Konstruktionen mit Zirkel und Lineal, Körper der konstruierbaren Punkte, Konstruktion regelmäßiger n-Ecke) 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Vermittlung grundlegender Techniken der Algebra • Erlernen von Beweistechniken und Denkweisen der Algebra • Vermittlung fundamentaler Resultate sowie ausgewählter Vertiefungen • Fähigkeit, selbstständig aus der Literatur zu lernen 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Mündliche Prüfung 		
Setzt voraus:		
<ul style="list-style-type: none"> • Lineare Algebra und Diskrete Strukturen 2 (MA1500-KP08, MA1500) • Lineare Algebra und Diskrete Strukturen 1 (MA1000-KP08, MA1000) 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • PD Dr. rer. nat. Christian Bey 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Mathematik • PD Dr. rer. nat. Christian Bey 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • G. Fischer: Lehrbuch der Algebra - Vieweg, 2011 (2. Auflage) • M. Artin: Algebra - Birkhäuser, 1998 • B. L. van der Waerden: Algebra I - Springer, 1993 (9. Auflage) 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Wird nur auf Deutsch angeboten 		
Bemerkungen:		



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

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

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- MA4675-L1: Algebra, mündliche Prüfung, 30 min, 100 % der Modulnote

MA4735-KP05 - Geometrie (GeoKP05)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Unregelmäßig	5
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester • Master Zweitfach Mathematik Vermitteln 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 2. oder 3. Fachsemester • Master Zweitfach Mathematik Vermitteln 2017 (Wahlpflicht), Mathematik, 2. oder 3. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • MA4735-V: Geometrie (Vorlesung, 2 SWS) • MA4735-Ü: Geometrie (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 85 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung • 45 Stunden Präsenzstudium • 20 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Euklidische Geometrie • Nichteuklidische Geometrien • Einführung in die Differentialgeometrie 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Beherrschung grundlegender geometrischer Resultate • Erlangung einer Übersicht verschiedener Geometrien und ihrer Spezifikationen 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten 		
Setzt voraus:		
<ul style="list-style-type: none"> • Analysis 2 (MA2500-KP09) • Analysis 1 (MA2000-KP08, MA2000) • Lineare Algebra und Diskrete Strukturen 2 (MA1500-KP08, MA1500) • Lineare Algebra und Diskrete Strukturen 1 (MA1000-KP08, MA1000) 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • PD Dr. rer. nat. Christian Bey 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Mathematik • PD Dr. rer. nat. Christian Bey 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • Bär: Elementare Differentialgeometrie • Berger: Geometry I, II • Coxeter: Introduction to Geometry • Knörrer: Geometrie • Kumaresan, Santhanam: An Expedition to Geometry • Nikulin, Shafarevich: Geometries and Groups • McCleary: Geometry from a Differentiable Viewpoint • Rees: Notes on Geometry • Sossinsky: Geometries • Stahl: A Gateway to Modern Geometry, The Poincare Half-Plane 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Wird nur auf Deutsch angeboten 		

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

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

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- MA4735-L1: Geometrie, mündliche Prüfung, 30 min, 100 % der Modulnote

MA4750-KP05 - Topologie (TopoKP05)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Unregelmäßig	5
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • MA4750-V: Topologie (Vorlesung, 2 SWS) • MA4750-Ü: Topologie (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 85 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung • 45 Stunden Präsenzstudium • 20 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Topologische Räume und stetige Abbildungen • Fundamentalgruppe und Überlagerungen • Einführung in die Homologietheorie • Anwendungen 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Beherrschung grundlegender Resultate und Beweistechniken der Topologie • Verständnis von Anwendungen topologischer Methoden 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten 		
Setzt voraus:		
<ul style="list-style-type: none"> • Analysis 2 (MA2500-KP09) • Analysis 1 (MA2000-KP08, MA2000) • Lineare Algebra und Diskrete Strukturen 2 (MA1500-KP08, MA1500) • Lineare Algebra und Diskrete Strukturen 1 (MA1000-KP08, MA1000) 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • PD Dr. rer. nat. Christian Bey 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Mathematik • PD Dr. rer. nat. Christian Bey 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Wird nur auf Deutsch angeboten 		
Bemerkungen:		
<p>Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Keine (die Kompetenzen der unter Setzt voraus genannten Module werden für dieses Modul benötigt, sind aber keine formale Voraussetzung) <p>Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang <p>Modulprüfung(en):</p> <ul style="list-style-type: none"> - MA4750-L1: Topologie, mündliche Prüfung, 30 min, 100 % der Modulnote 		

MA4760-KP05 - Integralsätze der Analysis (IntAnaKP05)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Unregelmäßig	5
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • MA4760-V: Integralsätze der Analysis (Vorlesung, 2 SWS) • MA4760-Ü: Integralsätze der Analysis (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 85 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung • 45 Stunden Präsenzstudium • 20 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Integration auf Untermannigfaltigkeiten • Gauß'scher Integralsatz und Anwendungen • Pfaff'sche Formen, Kurvenintegrale, Greenscher Integralsatz • Differentialformen höherer Ordnungen, Integration • Stokes'scher Integralsatz und Anwendungen • Cauchy'scher Integralsatz und Anwendungen 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Beherrschung grundlegender Resultate und Beweistechniken der Vektoranalysis • Verständnis von Anwendungen der Vektoranalysis 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten 		
Setzt voraus:		
<ul style="list-style-type: none"> • Analysis 2 (MA2500-KP09) • Analysis 1 (MA2000-KP08, MA2000) • Lineare Algebra und Diskrete Strukturen 2 (MA1500-KP08, MA1500) • Lineare Algebra und Diskrete Strukturen 1 (MA1000-KP08, MA1000) 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • PD Dr. rer. nat. Christian Bey 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Mathematik • PD Dr. rer. nat. Christian Bey 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Wird nur auf Deutsch angeboten 		
Bemerkungen:		
<p>Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Keine (die Kompetenzen der unter Setzt voraus genannten Module werden für dieses Modul benötigt, sind aber keine formale Voraussetzung) <p>Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang <p>Modulprüfung(en):</p> <ul style="list-style-type: none"> - MA4760-L1: Integralsätze der Analysis, mündliche Prüfung, 30 min, 100 % der Modulnote 		

MA4801-KP05 - Elliptische Funktionen und Funktionentheorie (EFFThKP05)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Unregelmäßig	5
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahl), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • MA4801-V: Elliptische Funktionen und Funktionentheorie (Vorlesung, 2 SWS) • MA4801-Ü: Elliptische Funktionen und Funktionentheorie (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 60 Stunden Selbststudium • 45 Stunden Präsenzstudium • 30 Stunden Eigenständige Projektarbeit • 15 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Komplexe Analysis • Periodische Funktionen und Periodengitter • Einfach und mehrfach periodische Funktionen • Der Satz von Liouville und Residuensatz • Weierstraßsche P-, Zeta- und Sigma-Funktion • Der Körper der elliptischen Funktionen • Elliptische Integrale • Module elliptischer Funktionen 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Erfahrungen mit Konzepten und Gewinnung von Kompetenzen in Theoriebildung in der komplexen Analysis • Vertiefung des mathematischen Hintergrunds für unterschiedliche Anwendungen (z.B. Signalverarbeitung) • Erfahrungen in der Nutzung von Mathematica auf diesem Gebiet • Kompetenzen in der selbständigen Lösung von Aufgaben in der Funktionentheorie und zu elliptischen Funktionen • Erfahrungen in der themenbezogenen Projektarbeit 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Übungsaufgaben, Projekt sowie mündliche Prüfung oder Klausur 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. Reinhard Schuster 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Mathematik • Prof. Dr. Reinhard Schuster 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • Andrews, G. E., Askey, R. and Roy, R.: Special Functions - Cambridge University Press 1999 • Armitage, J. V. and Eberlein, W. F.: Elliptic Functions - Cambridge University Press 2006 • Hurwitz, A.: Vorlesungen über Allgemeine Funktionentheorie und Elliptische Funktionen - Springer 2000 • Koecher, M und Krieg, A.: Elliptische Funktionen und Modulformen - Springer 2007 • Stramp, W., Ganzha, V. und Vorozhtsov, E.: Höhere Mathematik mit Mathematica - Vieweg 1997 • Werner, A.: Elliptische Kurven in der Kryptographie - Springer 2002 • Whittaker, E. T. and Watson, G. N.: A course of modern analysis - Cambridge University Press 1902 (Reprinted 1999) 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Wird nur auf Deutsch angeboten 		
Bemerkungen:		



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

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

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- MA4801-L1: Elliptische Funktionen und Funktionentheorie, Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min), 100 % der Modulnote

MA4802-KP05 - Relativitätstheorie (RelaThKP05)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Unregelmäßig	5
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahl), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • MA4802-V: Relativitätstheorie (Vorlesung, 2 SWS) • MA4802-Ü: Relativitätstheorie (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 60 Stunden Selbststudium • 45 Stunden Präsenzstudium • 30 Stunden Eigenständige Projektarbeit • 15 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Teil A, Spezielle Relativitätstheorie: • Klassischer Raum-Zeit-Begriff und Newtonsche Gesetze • Elektrodynamik, Lorentz- und Minkowsky-Geometrie • Hyperbolische Geometrie und Trigonometrie • Zeitartig und raumartig im Lichtkegel • Relativistische Kinematik • Gleichzeitigkeit und Geschwindigkeitsaddition • Längenkontraktion und Zeitdilatation • Zwillingsparadoxon • Masse und Energie relativistisch • Teil B, Allgemeine Relativitätstheorie: • Vierdimensionaler Ereignisraum als Mannigfaltigkeit • Christoffelsymbole, Krümmungstensor, kovariante Ableitung • Kopplung von Materie und Feldern mit der Geometrie durch die Einstein-Gleichung • Äquivalenz von schwerer und träger Masse 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Erfahrungen mit Konzepten und Gewinnung von Kompetenzen zur speziellen und allgemeinen Relativitätstheorie • Vertiefung des mathematischen und physikalischen Hintergrundes • Erfahrungen in der Nutzung von Mathematica auf diesem Gebiet • Kompetenzen in der selbstständigen Lösung von Aufgaben zur Relativitätstheorie • Erfahrungen in der themenbezogenen Projektarbeit 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Übungsaufgaben, Projekt sowie mündliche Prüfung oder Klausur 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. Reinhard Schuster 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Mathematik • Prof. Dr. Reinhard Schuster 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • Baumann, G.: Mathematica for Theoretical Physics. Part 1: Classical Mechanics and Nonlinear Dynamics. Part 2: Electrodynamics, Quantum Mechanics, General Relativity, and Fractals - Springer 2005 • Goenner, H.: Spezielle Relativitätstheorie und die klassische Feldtheorie - Spectrum 2003 • Gray A., Abbena, E. and Salomon, S.: Modern Differential Geometry of Surfaces with Mathematica. Studies in Advanced Mathematics - Chapman and Hall 2006 • Haken, H. und Wolf, H. Ch.: Atom- und Quantenphysik. Einführung in die experimentellen und theoretischen Grundlagen - Springer 		

2003

- Hawking, S. W. and Ellis, G. F. R.: The large scale structure of space-time - Cambridge Monographs on Mathematical Physics 1973, 2006
- Helgason, S.: Differential Geometry, Lie Groups and Symmetric Spaces. Graduate Studies in Mathematics - American Mathematical Society 1978, 2001
- Kobayashi, S. and Nomizu, K.: Foundations of Differential Geometry I, II - Interscience Publishers 1963
- Schröder, U. E.: Gravitation. Einführung in die Allgemeine Relativitätstheorie - Harri Deutsch 2007
- Weber, H. J. und Arfen, G. B.: Essential Mathematical Methods for Physics - Elsevier 2004
- Weil, H.: Raum - Zeit - Materie. Vorlesungen über allgemeine Relativitätstheorie - Springer 1923
- Wald, R. M.: General Relativity - The University of Chicago Press 1984

Sprache:

- Wird nur auf Deutsch angeboten

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

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

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- MA4802-L1: Relativitätstheorie, Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min), 100 % der Modulnote

MA4803-KP05 - Zahlentheorie (ZahlThKP05)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Unregelmäßig	5
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester • Master Zweitfach Mathematik Vermitteln 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 2. oder 3. Fachsemester • Master Zweitfach Mathematik Vermitteln 2017 (Wahlpflicht), Mathematik, 2. oder 3. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahl), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • MA4803-V: Zahlentheorie (Vorlesung, 2 SWS) • MA4803-Ü: Zahlentheorie (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 60 Stunden Selbststudium • 45 Stunden Präsenzstudium • 30 Stunden Eigenständige Projektarbeit • 15 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Teilbarkeit ganzer Zahlen, Fareyfolgen, Fibonacci-Zahlen • Approximation reeller Zahlen durch rationale Zahlen • Kongruenzen: volles und primes Restesystem, Sätze von Euler und Fermat • Quadratische Reste und die Möglichkeiten der Darstellung natürlicher Zahlen als Summe von 2, 3 und 4 Quadraten • Quadratische Kongruenzen • Quadratisches Reziprozitätsgesetz • Primzahlkriterien und Pseudoprimzahlen • Pythagoräische Zahlentripel • Rationale Punkte auf Kurven zweiten Grades • Zahlentheoretische Funktionen • Primzahlsatz, Primzahlen in arithmetischer Progression • Riemannsche Zetafunktion und ihre Funktionalgleichung • Bekannte Probleme und Vermutungen, z.B. Goldbachsche Vermutung • Zufallsprimzahlen und stochastische Interpretation 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Überblick zu angegebenen Themen • Historische und aktuelle Fragen • Lösung von Aufgaben • Erkennen interdisziplinärer Aspekte 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Übungsaufgaben, Projekt sowie mündliche Prüfung oder Klausur 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. Reinhard Schuster 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Mathematik • Prof. Dr. Reinhard Schuster 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • Chandrasekharan: Einführung in die analytische Zahlentheorie - Springer Lecture Notes 2008 • Bundschuh: Einführung in die Zahlentheorie - Springer 1992 • Menzer: Zahlentheorie: Fünf ausgewählte Themenstellungen der Zahlentheorie - Oldenbourg Wissenschaftsverlag 2010 • Remmert u. Ullrich: Elementare Zahlentheorie - Birkhäuser 1995 • Rempe: Primzahltests für Einsteiger: Zahlentheorie - Algorithmik - Kryptographie - Vieweg+Teubner 2009 • Scharlau, Opolka: Von Fermat bis Minkowski: Eine Vorlesung über Zahlentheorie und ihre Entwicklung - Springer 2009 		



- Scheid: Zahlentheorie - Spektrum 2003
- Schmidt: Einführung in die algebraische Zahlentheorie - Springer 2009
- Weil: Zahlentheorie - Spektrum 1992
- Winogradow: Elemente der Zahlentheorie - Prestel-Verlag 1956

Sprache:

- Wird nur auf Deutsch angeboten

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

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

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- MA4803-L1: Zahlentheorie, Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min), 100 % der Modulnote

MA4804-KP05 - Spezielle Funktionen (SpFunkKP05)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Unregelmäßig	5
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester • Master Zweitfach Mathematik Vermitteln 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 2. oder 3. Fachsemester • Master Zweitfach Mathematik Vermitteln 2017 (Wahlpflicht), Mathematik, 2. oder 3. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahl), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • MA4804-V: Spezielle Funktionen (Vorlesung, 2 SWS) • MA4804-Ü: Spezielle Funktionen (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 60 Stunden Selbststudium • 45 Stunden Präsenzstudium • 30 Stunden Eigenständige Projektarbeit • 15 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Algebraische Operationen im Komplexen • Exponentialfunktion, Winkelfunktionen, hyperbolische Winkelfunktionen, abgeleitete Funktionen • Gammafunktion, Betafunktion • Hypergeometrische Funktion • Besselfunktion, Legendrefunktion, Laguerre-Funktion, Tscheybyscheff-Funktion, Hermitesche Funktion, Jacobische hypergeometrische Funktion • Elliptische Funktionen, Thetafunktionen • Zahlentheoretische Funktionen • Riemannsche Zetafunktion • Dazu verwendete Mathematische Theorien und Konzepte: <ul style="list-style-type: none"> • (Komplexe) Funktionentheorie • Unendliche Produkte • Differentialgleichungen (gewöhnliche, partielle) • Funktionalgleichungen • Integraldarstellungen • Entwicklungssätze, Eigenwertgleichungen (Funktionen in Raum und Zeit auf geometrischen Objekten wie Kugel, Zylinder) • Erzeugende Funktionen (Taylorreihe eine Funktion in zwei Variablen, Entwicklung nach einer Variablen, Koeffizienten hängen von anderer Variablen ab) • Additionstheoreme • Fouriertransformation • Transformationsgruppen, Matrizengruppen 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Überblick zu angegebenen Themen • Historische und aktuelle Fragen • Lösung von Aufgaben • Erkennen interdisziplinärer Aspekte 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Übungsaufgaben, Projekt sowie mündliche Prüfung oder Klausur 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. Reinhard Schuster 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Mathematik • Prof. Dr. Reinhard Schuster 		

Literatur:

- Andrews G.E., Askey R., Roy R.: Special Functions. Encyclopedia of Mathematics and its Application 71 - Cambridge University Press 2006
- Courant, R., Hilbert, D.: Methoden der mathematischen Physik - Springer 1993
- Erdélyi, A., Magnus, W., Oberhettinger, F., Tricomi, F.: Higher Transcendental Functions - McGraw-Hill, New York, 1953
- Fichtenholz, G.M.: Differential- und Integralrechnung, Band 1-3 - H. Deutsch 1997
- Hurwitz, A., Courant, R.: Vorlesungen über Allgemeine Funktionentheorie und Elliptische Funktionen - Springer 2000
- Stegun, I. A., Abramowitz, M.: Handbook of Mathematical Functions - Dover Press
- Strampp, W., Ganzha, V., Vorozhtsov, E.: Höhere Mathematik mit Mathematica, Bd.4, Funktionentheorie, Fouriertransformationen und Laplacetransformationen: Funktionentheorie, Fourier- und Laplacetransformation - Vieweg 1997
- Wawrzynczyk, A.: Group Representations and Special Functions - Reidel Publishing Company 1983
- Whittaker, E. T., Watson, G. N.: A Course of Modern Analysis - Cambridge University Press 1902 ... 1999

Sprache:

- Wird nur auf Deutsch angeboten

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

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

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- MA4804-L1: Spezielle Funktionen, Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min), 100 % der Modulnote

MA4940-KP05 - Test- und Schätztheorie (TSchThKP05)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Jedes Sommersemester	5
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Pflicht), Mathematik, 2. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Pflicht), Mathematik, 2. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • MA4940-V: Test- und Schätztheorie (Vorlesung, 2 SWS) • MA4940-Ü: Test- und Schätztheorie (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 60 Stunden Selbststudium • 45 Stunden Präsenzstudium • 30 Stunden Eigenständige Projektarbeit • 15 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Parametrische Theorie und nichtparametrische Anknüpfung zu Punktschätzung, Bereichsschätzung und statistischen Tests • Güteeigenschaften von Schätzern: Konsistenz, Erwartungstreue, Suffizienz, Effizienz • Konstruktion von Schätzern: Scorefunktion, Maximum-Likelihood, Bias-Korrektur, Sätze von Rao-Crámer, Rao-Blackwell, Lehmann-Schefé, mehrparametrische Exponentialfamilie • Eigenschaften von Konfidenzintervallen: exakt, Überdeckungswahrscheinlichkeit, Pivot-Statistik • Konstruktion von Wald-, Score- und ML-Konfidenzintervallen; Delta-Methode • Güteeigenschaften statistischer Tests: Gütefunktion, Unverfälschtheit, beste Tests, Lemma von Neyman und Pearson, Konsistenz und asymptotische relative Effizienz • Konstruktion von Likelihood-Quotienten-, Wald-, Score-, MLQ- und bedingten Tests 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen Definitionen zentraler theoretischer Begriffe der Test- und Schätztheorie. • Sie haben die Eigenschaften und Konstruktionsprinzipien verstanden. • Sie wenden die Konstruktionsprinzipien auf Probleme mit einem oder mehreren Parametern an. • Sie beweisen Güteeigenschaften von Test- und Schätzmethoden. • Sie beurteilen Test- und Schätzmethoden anhand der Güteeigenschaften. • Sie konstruieren statistische Tests und Konfidenzintervalle für Probleme mit Verteilungsannahmen, die ihnen fremd waren. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Klausur 		
Setzt voraus:		
<ul style="list-style-type: none"> • Stochastik 2 (MA4020-KP07) • Stochastik 1 (MA2510-KP04, MA2510) • Biostatistik 2 (MA2600-KP07) • Biostatistik 1 (MA1600-KP04, MA1600, MA1600-MML) 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • PD Dr. rer. pol. Reinhard Vonthein 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Medizinische Biometrie und Statistik • PD Dr. rer. pol. Reinhard Vonthein 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • Lehmann, E.L., Romano, Joseph P.: Testing Statistical Hypotheses - ISBN-13 9780387988641 • Lehmann, E.L., Casella, George: Theory of Point Estimation - ISBN-13 9780387985022 • Held, L.: Methoden der statistischen Inferenz - Spektrum 2008 - ISBN 978-3-8274-1939-2 • Rüger, B.: Test- und Schätztheorie: Band I: Grundlagen - Oldenbourg 1999 - ISBN 3 486-23650-4 • Rüger, B.: Test- und Schätztheorie: Band II: Statistische Tests - Oldenbourg 2002 - ISBN 3 486-25130-9 		
Sprache:		

- Wird nur auf Deutsch angeboten

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

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

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

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

Modulprüfung(en):

- MA4940-L1: Test- und Schätztheorie, Klausur, 90 min, 100 % der Modulnote

MA4944-KP05 - Multivariate Statistik (MulStaKP05)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Alle zwei Jahre	5
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahl), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • MA4944-V: Multivariate Statistik (Vorlesung, 2 SWS) • MA4944-Ü: Multivariate Statistik (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 55 Stunden Selbststudium • 45 Stunden Präsenzstudium • 30 Stunden Eigenständige Projektarbeit • 20 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Multivariate Wahrscheinlichkeits-Verteilungen • Multiple und Multivariate Regression • Diskriminanzanalyse und Logistische Regression • Clusteranalyse mit verschiedenen Distanz- und Ähnlichkeitsmaßen • Hauptkomponenten- und Faktorenanalyse • Korrespondenzanalyse und Mehrdimensionale Skalierung • Strukturgleichungsmodelle 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden verfügen über ein breites Repertoire multivariater statistischer Methoden. • Sie können die Ideen hinter einer Reihe ausgewählter Methoden erklären. • Sie wenden die Methoden von Hand an und mit Hilfe von R-Paketen. • Sie analysieren Problemstellungen und ordnen diesen geeignete Methoden zu. • Sie wählen unter verschiedenen Optionen die passendste, z.B. Standardisierung, Varianzstruktur, Distanzmaß, Faktorzahl oder -rotation. • Sie entwickeln multivariate Modelle. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Klausur 		
Setzt voraus:		
<ul style="list-style-type: none"> • Biostatistik 2 (MA2600-KP07) • Biostatistik 1 (MA1600-KP04, MA1600, MA1600-MML) • Stochastik 2 (MA4020-KP07) • Stochastik 1 (MA2510-KP04, MA2510) 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • PD Dr. rer. pol. Reinhard Vonthein 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Medizinische Biometrie und Statistik • PD Dr. rer. pol. Reinhard Vonthein • MitarbeiterInnen des Instituts 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • Fahrmeir, Ludwig; Hamerle, Alfred; Tutz, Gerhard: Multivariate statistische Verfahren - ISBN-13 9783110138061 • Johnson, R. J.; Wichern, D. W.: Applied Multivariate Statistical Analysis - 5. Ed. Prentice Hall, 2002 - ISBN-13: 000-0131877151 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Wird nur auf Deutsch angeboten 		



Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

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

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- MA4944-L1: Multivariate Statistik, Klausur, 90 min, 100 % der Modulnote

MA4947-KP05 - Moderne Nichtparametrische Statistik (NpStatKP05)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Alle zwei Jahre	5
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • MA4947-V: Moderne Nichtparametrische Statistik (Vorlesung, 2 SWS) • MA4947-Ü: Moderne Nichtparametrische Statistik (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 60 Stunden Selbststudium • 45 Stunden Präsenzstudium • 30 Stunden Eigenständige Projektarbeit • 15 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Anwendungsszenarien für moderne nichtparametrische Methoden • Permutationstests • Rangbasierte Tests und Effektmaße • Methodenevaluation durch Simulationsstudien 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Kenntnis der wichtigsten nichtparametrischen statistischen Verfahren • Verständnis der jeweiligen Vorzüge und Nachteile parametrischer und nichtparametrischer Methoden • Kompetenz in der Auswahl geeigneter Verfahren in Anwendungssituationen • Erfahrung in der Planung, Durchführung und Interpretation von Simulationsstudien zur Methodenevaluation 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Projektarbeit • Mündliche Prüfung oder Klausur 		
Setzt voraus:		
<ul style="list-style-type: none"> • Biostatistik 2 (MA2600-KP07) • Biostatistik 1 (MA1600-KP04, MA1600, MA1600-MML) 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. rer. nat. Silke Szymczak 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Medizinische Biometrie und Statistik • Prof. Dr. rer. nat. Silke Szymczak • MitarbeiterInnen des Instituts 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • Edgar Brunner, Arne C. Bathke, Frank Konietzschke: Rank and Pseudo-Rank Procedures for Independent Observations in Factorial Designs - ISBN 978-3-030-02912-8 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Wird nur auf Deutsch angeboten 		
Bemerkungen:		



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

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

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Keine

Modulprüfung(en):

- MA4947-L1: Moderne nichtparametrische Statistik, mündliche Prüfung (20 min) oder Klausur (60 min), 60% der Modulnote
- MA4947-L2: Forschungsprojekt in Kleingruppen inkl. Vortrag und Code-Dokumentation, 40% der Modulnote

MA4955-KP05 - Angewandte Multiple Regression (AMuRegKP05)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:	Max. Gruppengröße:
1 Semester	Alle zwei Jahre	5	20

Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:

- Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester
- Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester
- Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester
- Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester

Lehrveranstaltungen:

- MA4955-V: Angewandte Multiple Regression (Vorlesung, 2 SWS)
- MA4955-Ü: Angewandte Multiple Regression (Übung, 1 SWS)

Arbeitsaufwand:

- 85 Stunden Selbststudium
- 45 Stunden Präsenzstudium
- 20 Stunden Prüfungsvorbereitung

Lehrinhalte:

- Bedarf und Verwendung von multivariablen Analysen in der epidemiologischen und klinischen Forschung
- Arten von Zielvariablen und verfügbaren multivariablen Modellen
- Berücksichtigung von unabhängigen Variablen im Modell
- Umgang mit begrenzten Fallzahlen und fehlenden Werten
- Kodierung von Variablen im Modell
- Bewertung der Regressionskoeffizienten und Güte des Modells
- Überprüfung der zugrundeliegenden Annahmen und Verbesserung der Anpassung des Modells
- Darstellung und Kommunikation der Ergebnisse
- R-Programmierung für angewandte Regression

Qualifikationsziele/Kompetenzen:

- Die Studierenden kennen die verschiedenen Studiendesigns und multivariablen Modelle.
- Sie verstehen den Einfluss einer Variablen auf das Zielkriterium im multivariablen Modell.
- Sie kennen die Annahmen, die einem Modell zugrunde liegen.
- Sie sind in der Lage, einen multivariablen Analyseplan zu erstellen.
- Sie können publizierte Studien korrekt interpretieren und kritisch bewerten.
- Sie können ihre eigenen Studienergebnisse unter Verwendung standardmäßiger Richtlinien kommunizieren.
- Sie können multiple Regressionsanalysen in R programmieren.

Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:

- Projektarbeit

Setzt voraus:

- Verallgemeinerte Lineare Modelle (MA4962-KP05)
- Biostatistik 2 (MA2600-KP07)

Modulverantwortlicher:

- [PD Dr. rer. pol. Reinhard Vonthein](#)

Lehrende:

- [Institut für Medizinische Biometrie und Statistik](#)
- Louis Macias, Ph.D.

Literatur:

- John Fox. 2016: Applied Regression Analysis - 3rd ed. Los Angeles SAGE. ISBN -13: 978-1-4522-0566-3
- Mitchell H. Katz 2011: Multivariable Analysis: A Practical Guide for Clinicians and Public Health Researchers - 3rd ed. Cambridge University Press. ISBN -13: 978-0-521-14107-9
- Andrew Gelman, Jennifer Hill, Aki Vehtari, 2020: Regression and Other Stories - Cambridge University Press. ISBN 13:978-1-1391-6187-9
- Werner Vach. 2012: Regression Models as a Tool in Medical Research - Chapman and Hall/CRC. ISBN: 978-1-466-51748-6



Sprache:

- Wird nur auf Englisch angeboten

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

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

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- MA4955-L1: Projektarbeit mit Dokumentation und Präsentation

MA4962-KP05 - Verallgemeinerte Lineare Modelle (VLMoDKP05)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Unregelmäßig	5
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. und 6. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • MA4962-V: Verallgemeinerte Lineare Modelle (Vorlesung, 2 SWS) • MA4962-Ü: Verallgemeinerte Lineare Modelle (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 60 Stunden Selbststudium • 45 Stunden Präsenzstudium • 30 Stunden Programmieren • 15 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Allgemeine Uebersicht über verallgemeinerte lineare Modelle (GLM):- Link- und Responsefunktion, - GLM-Algorithmen: Newton-Raphson, Fisher Scoring, iterierte gewichtete kleinste Quadrate, - Konvergenz, - Güte der Anpassung, - Residuen • Stetige Zielvariablen: Normal, log-normal, Gamma, log-Gamma für Überlebenszeiten, inverse normal • Binäre Zielvariablen: logit, probit, cloglog • Zählgrößen: Poisson, negativ Binomial mit Über-/Unterstreueung • Ordinale Zielvariablen: Proportional Odds Modell • Ungeordnet kategoriale Zielvariablen: Multinomiales logit und probit-Modell • Zensierte stetige Zielvariablen: Tobitmodell 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können die theoretischen Grundlagen des verallgemeinerten linearen Modells (GLM) benennen. • Sie können die Anwendungsmöglichkeiten des GLMs benennen. • Sie können das geeignete GLM auswählen. • Sie können GLMs in R schätzen. • Sie können den R-Programmcode in einer Präsentation erläutern. • Sie können die Ergebnisse von GLMs in R kritisch beurteilen. • Sie können algorithmische Probleme von GLMs bewerten. • Sie können konzeptuelle Probleme von GLMs mit kategoriellen Zielvariablen benennen. • Sie können ein GLM selbstständig in R implementieren. • Sie können Regressionsdiagnostik für GLMs durchführen und die Ergebnisse bewerten. • Sie können die zentralen Algorithmen zur Schätzung von GLMs beschreiben. • Sie können die statistischen Eigenschaften von GLMs auflisten. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Mündliche Prüfung oder Klausur 		
Setzt voraus:		
<ul style="list-style-type: none"> • Biostatistik 2 (MA2600-KP07) 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. rer. biol. hum. Inke König 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Medizinische Biometrie und Statistik • Prof. Dr. rer. biol. hum. Inke König 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • Agresti, Alan: Foundations of Linear and Generalized Linear Models - Wiley, 2015 		
Sprache:		

- Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

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

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- MA4962-L1: Verallgemeinerte Lineare Modelle, Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min), 100 % der Modulnote

MA4970-KP05 - Versuchsplanung und Varianzanalyse (VerVarKP05)

Dauer: 1 Semester	Angebotsturnus: Unregelmäßig	Leistungspunkte: 5
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester: <ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 1., 2. oder 3. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen: <ul style="list-style-type: none"> • MA4970-V: Versuchsplanung und Varianzanalyse (Vorlesung, 2 SWS) • MA4970-Ü: Versuchsplanung und Varianzanalyse (Übung, 1 SWS) 		Arbeitsaufwand: <ul style="list-style-type: none"> • 85 Stunden Selbststudium • 45 Stunden Präsenzstudium • 20 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Regressionsmodellierung und Varianzanalyse • Verallgemeinerte Inverse • Singuläre lineare Modelle • Faktorielle Pläne • Das lateinische Quadrat und das lateinisch-griechische Quadrat • Experimente mit Block-Faktoren • Feste und zufällige Effekte • Split-Plot Designs 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen die Unterschiede zwischen geplanten Versuchen und Beobachtungsstudien. • Die Studierenden können die Vorteile des statistischen multifaktoriellen Designs aufzählen. • Die Studierenden können die Ergebnisse der Varianzanalyse von Versuchsplänen richtig interpretieren. • Die Studierenden können einen geeigneten Versuchsplan auswählen und umsetzen und eine entsprechende Varianzanalyse durchführen. • Die Studierenden können die Varianzanalyse als Regressionsmodell in Matrixschreibweise formulieren. • Die Studierenden verstehen die statistischen Eigenschaften eines linearen Regressionsmodells mit einer singulären Designmatrix und einer singulären Hypothesenmatrix. • Die Studierenden können ein lineares Regressionsmodell mit einer singulären Designmatrix und einer singulären Hypothesenmatrix schätzen. • Die Studierenden können Diagramme zur Zusammenfassung von Ergebnissen und zur Modelldiagnose erstellen und interpretieren. • Erwerb von Kenntnissen in englischer Fachsprache. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch: <ul style="list-style-type: none"> • Mündliche Prüfung oder Klausur 		
Setzt voraus: <ul style="list-style-type: none"> • Biostatistik 2 (MA2600-KP07) • Biostatistik 1 (MA1600-KP04, MA1600, MA1600-MML) 		
Modulverantwortlicher: <ul style="list-style-type: none"> • PD Dr. rer. pol. Reinhard Vonthein 		
Lehrende: <ul style="list-style-type: none"> • Institut für Medizinische Biometrie und Statistik • Dr. Maren Vens • Louis Macias, Ph.D. 		
Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • Kursbuch: Montgomery, Douglas C. 2019: Design and Analysis of Experiments. 10th ed. - John Wiley & Sons, New York. ISBN 		



978-1-119-49244-3

- Ergänzende Literatur: Mason, Robert L., Gunst, Richard F., Hess, James L. 2003: Statistical Design and Analysis of Experiments. 2nd ed. - John Wiley & Sons, New York. ISBN 0-471-37216-1

Sprache:

- Deutsch oder Englisch

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- MA1600-KP04: Biostatistik 1 und
- MA2600-KP07: Biostatistik 2 erfolgreich abgeschlossen

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- MA4970-L1: Versuchsplanung und Varianzanalyse, Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min), 100 % der Modulnote

(Anteil Institut für Medizinische Biometrie und Statistik an V ist 100%)

(Anteil Institut für Medizinische Biometrie und Statistik an Ü ist 100%)

MA5008-KP05 - Praktikum Mathematik (PrakMaKP05)

Dauer: 1 Semester	Angebotsturnus: Auf Nachfrage	Leistungspunkte: 5 (Typ B)
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester: <ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 2. oder 3. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. oder 6. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 2. oder 3. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen: <ul style="list-style-type: none"> • MA5008-V: Praktikum Mathematik (Praktikum, 5 SWS) 		Arbeitsaufwand: <ul style="list-style-type: none"> • 120 Stunden Präsenzstudium • 30 Stunden Schriftliche Ausarbeitung
Lehrinhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Planung und Durchführung eines wissenschaftlichen Projektes mit mathematischen Methoden • Präsentation der Verfahren und Ergebnisse in einem ausführlichen schriftlichen Bericht 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Fähigkeit, ein gegebenes Problem zu analysieren und mathematische Lösungsansätze zu entwickeln • Fähigkeit, sich adäquate mathematische Strukturen selbstständig anzueignen • Fähigkeit, Teilergebnisse zur Gesamtlösung zu integrieren • Fertigkeit, Ergebnisse zu dokumentieren und zu präsentieren 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch: <ul style="list-style-type: none"> • Schriftliche Ausarbeitung 		
Modulverantwortlicher: <ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. rer. nat. Jürgen Prestin 		
Lehrende: <ul style="list-style-type: none"> • Institute der Sektion Informatik/Technik • Alle prüfungsberechtigten Dozentinnen/Dozenten des Studienganges 		
Sprache: <ul style="list-style-type: none"> • Deutsch oder Englisch 		
Bemerkungen: <p>Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls: - Keine</p> <p>Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en): - schriftliche Ausarbeitung</p> <p>Modulprüfung(en): - MA5008-L1: Praktikum Mathematik, unbenotetes Praktikum, 0% der Modulnote, muss bestanden sein</p>		

MA5030-KP05 - Bildregistrierung (BildreKP05)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Jedes zweite Wintersemester	5
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 1. oder 3. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Pflicht), Mathematik, 1. oder 3. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 1. oder 3. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • MA5030-V: Bildregistrierung (Vorlesung, 2 SWS) • MA5030-Ü: Bildregistrierung (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 65 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung • 45 Stunden Präsenzstudium • 30 Stunden Eigenständige Projektarbeit • 10 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Einführung und Grundlagen • Interpolation • Transformationsmodelle • Landmarkengestützte Registrierung • Parametrische Bildregistrierung • Nichtparametrische Registrierung und Regularisierungsstrategien 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Studierende kennen die zentralen Konzepte der Bildregistrierung. • Sie können eine konkrete Aufgabe in ein adäquates Modell umsetzen. • Sie haben Erfahrung mit parametrischer Registrierung und können die optimalen Parameter bestimmen. • Sie verstehen die nicht-parametrische Registrierung. • Fachübergreifende Aspekte: • Studierende besitzen fortgeschrittene Modellbildungskompetenz. • Studierende können theoretische Konzepte in die Praxis umsetzen. • Studierende besitzen Implementierungserfahrung. • Studierende können praktische Probleme abstrahieren. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten 		
Setzt voraus:		
<ul style="list-style-type: none"> • Lineare Algebra und Diskrete Strukturen 2 (MA1500-KP08, MA1500) • Analysis 2 (MA2500-KP09) 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. rer. nat. Jan Modersitzki 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Mathematische Methoden der Bildverarbeitung • Prof. Dr. rer. nat. Jan Modersitzki • Prof. Dr. rer. nat. Jan Lellmann 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • Goshtasby: 2D and 3D Image Registration - Wiley • Modersitzki: Numerical Methods for Image Registration - Oxford University Press • Modersitzki: FAIR: Flexible Algorithms for Image Registration - SIAM • Rohr: Landmark-Based Image Analysis - Kluwer 		
Sprache:		

- Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

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

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

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

Modulprüfung(en):

- MA5030-L1: Bildregistrierung, Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min) nach Maßgabe des Dozenten, 100 % der Modulnote

MA5033-KP05 - Quantum Image Computing (QuantumIC)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Jedes Sommersemester	5
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 2. oder 4. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 6. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 6. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 2. oder 4. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • MA5033-V: Quantum Image Computing (Vorlesung, 2 SWS) • MA5033-Ü: Quantum Image Computing (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 65 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung • 45 Stunden Präsenzstudium • 30 Stunden Eigenständige Projektarbeit • 10 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen (unitäre Transformationen, Qubits, Messungen, Schaltkreismodell) • Quantenbildmodelle und Bildoperationen • Aktuelle Modelle aus der Quantenbildverarbeitung • Adiabatisches Quantencomputing • Quantenoptimierungsansätze für Computer Vision 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Studierende kennen die mathematischen Grundlagen des Quantencomputings und können sie anwenden. • Sie kennen fortgeschrittene Modelle insbesondere im Bereich der Bildverarbeitung und des maschinellen Sehens. • Sie können praktische Probleme in funktionierende Algorithmen umsetzen. • Sie haben Erfahrung mit der Implementierung auf Quantencomputern in einer aktuellen Programmiersprache. • Fachübergreifende Aspekte: • Studierende besitzen fortgeschrittene Modellbildungskompetenz. • Studierende können theoretische Konzepte in die Praxis umsetzen. • Studierende besitzen Implementierungserfahrung. • Studierende können praktische Probleme abstrahieren. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten 		
Setzt voraus:		
<ul style="list-style-type: none"> • Lineare Algebra und Diskrete Strukturen 2 (MA1500-KP08, MA1500) 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. rer. nat. Jan Lellmann 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Mathematische Methoden der Bildverarbeitung • Prof. Dr. rer. nat. Jan Lellmann • Prof. Dr. rer. nat. Jan Modersitzki 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • Nielsen, Chuang: Quantum Computation and Quantum Information - Cambridge University Press • Yan, Venegas-Andraca: Quantum Image Processing - Springer 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig 		
Bemerkungen:		

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

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

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

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

Modulprüfung(en):

- MA5033-L1: Quantum Image Computing, Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min) nach Maßgabe des Dozenten, 100% der Modulnote

MA5034-KP05 - Variationsrechnung und Partielle Differentialgleichungen (VarPDGKP05)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Jedes zweite Sommersemester	5
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 2. oder 4. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 6. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 6. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 2. oder 4. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • MA5034-V: Variationsrechnung und Partielle Differentialgleichungen (Vorlesung, 2 SWS) • MA5034-Ü: Variationsrechnung und Partielle Differentialgleichungen (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 65 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung • 45 Stunden Präsenzstudium • 30 Stunden Eigenständige Projektarbeit • 10 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Motivation und Beispiele aus der Anwendung • Funktionalanalytische Grundlagen • Die direkte Methode der Variationsrechnung • Dualräume, schwache Konvergenz, Sobolevräume • Optimalitätsbedingungen • Klassifikation partieller Differentialgleichungen und typische PDGLen • Fundamentallösung, Maximumprinzip • Finite Elemente für elliptische partielle Differentialgleichungen 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Studierende verstehen Modellierung mit Methoden der Variationsrechnung. • Studierende können einfache physikalische Probleme mit Methoden der Variationsrechnung formulieren und lösen. • Studierende verstehen den Zusammenhang zwischen variationellen Methoden und Partiellen Differentialgleichungen. • Studierende können Optimalitätsbedingungen für variationelle Funktionale aufstellen. • Studierende verstehen den mathematischen Hintergrund ausgewählter variationeller Probleme. • Studierende können ausgewählte grundlegende variationelle Probleme numerisch umsetzen. • Studierende können ausgewählte praktische Probleme variationell formulieren. • Fachübergreifende Aspekte: • Studierende besitzen fortgeschrittene Modellbildungskompetenz. • Studierende können theoretische Konzepte in die Praxis umsetzen. • Studierende besitzen Implementierungserfahrung. • Studierende können praktische Probleme abstrahieren. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. rer. nat. Jan Modersitzki 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Mathematische Methoden der Bildverarbeitung • Prof. Dr. rer. nat. Jan Modersitzki • Prof. Dr. rer. nat. Jan Lellmann 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • Vogel: Computational Methods for Inverse Methods - SIAM • Aubert, Kornprobst: Mathematical Problems in Image Processing: Partial Differential Equations and the Calculus of Variations - Springer • Scherzer, Grasmair, Grossauer, Haltmeier, Lenzen: Variational Methods in Imaging - Springer 		
Sprache:		

- Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

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

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

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

Modulprüfung(en):

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

MA5035-KP05 - Nichtglatte Optimierung und Analysis (NiOpAnKP05)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Jedes Wintersemester	5
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 2. oder 4. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 6. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 2. oder 4. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahl), Mathematik, 6. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • MA5035-V: Nichtglatte Optimierung und Analysis (Vorlesung, 2 SWS) • MA5035-Ü: Nichtglatte Optimierung und Analysis (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 65 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung • 45 Stunden Präsenzstudium • 30 Stunden Eigenständige Projektarbeit • 10 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der nichtglaten Analysis: Konvexität, Subdifferenziale, Existenz, Legendre-Fenchel-Konjugierte, Dualität • Optimierungsverfahren erster und höherer Ordnung: PDHG, Innere Punkte-Verfahren • Approximation diskreter und nichtkonvexer Probleme • Verallgemeinerte Ableitungen und Clarke-Subdifferential, Semismooth Newton • Anwendungen in Bildverarbeitung und Computer Vision 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Studierende verstehen die Möglichkeiten der Modellierung mit nichtglaten Modellen. • Sie können einfache Probleme in Modelle umsetzen und analysieren. • Sie verstehen die Vor- und Nachteile und Einsatzgebiete einzelner Optimierungsverfahren. • Sie können Optimierungsverfahren auswählen und für neue Modelle praktisch umsetzen. • Fachübergreifende Aspekte: • Studierende besitzen fortgeschrittene Modellbildungskompetenz. • Sie können theoretische Konzepte in die Praxis umsetzen. • Sie besitzen Implementierungserfahrung. • Sie können praktische Probleme abstrahieren. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten 		
Setzt voraus:		
<ul style="list-style-type: none"> • Optimierung (Vertiefung Mathematik) (MA4031-KP08) • Optimierung (MA4030-KP08, MA4030) 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. rer. nat. Jan Lellmann 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Mathematische Methoden der Bildverarbeitung • Prof. Dr. rer. nat. Jan Lellmann • Prof. Dr. rer. nat. Jan Modersitzki 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • Rockafellar, Wets: Variational Analysis - Springer • Boyd, Vandenberghe: Convex Optimization - Cambridge University Press • Ben-Tal, Nemirovski: Lectures on Modern Convex Optimization - SIAM • Paragios, Chen, Faugeras: Handbook of Mathematical Models in Computer Vision - Springer 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig 		

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

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

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

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

Modulprüfung(en):

- MA5035-L1: Nichtglatte Optimierung und Analysis, Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min) nach Maßgabe des Dozenten, 100 % der Modulnote

MA5037-KP05 - Optimierung komplexer Systeme (OpkoSy05)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Unregelmäßig	5
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 2. oder 4. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik, 6. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 2. oder 4. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 6. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • MA5037-V: Optimierung komplexer Systeme (Vorlesung, 2 SWS) • MA5037-Ü: Optimierung komplexer Systeme (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 85 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung • 45 Stunden Präsenzstudium • 20 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Modellprobleme (z.B. optimale Steuerung von Aufheizprozessen, optimales Design) • Optimalitätsbedingungen • Optimierungsverfahren 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Studierende wissen, wie sich die Steuerung ausgewählter komplexer Systeme als Optimierungsproblemmodellieren lässt. • Sie kennen die Optimalitätsbedingungen dieser Optimierungsprobleme. • Sie können Optimierungsverfahren auswählen und für neue Modelle praktisch umsetzen. • Fachübergreifende Aspekte: • Studierende können theoretische Konzepte in die Praxis umsetzen. • Sie besitzen Implementierungserfahrung. • Sie können praktische Probleme abstrahieren. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten 		
Setzt voraus:		
<ul style="list-style-type: none"> • Optimierung (Vertiefung Mathematik) (MA4031-KP08) • Optimierung (MA4030-KP08, MA4030) 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. rer. nat. Jan Modersitzki 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Mathematische Methoden der Bildverarbeitung • Prof. Dr. rer. nat. Jan Lellmann • Prof. Dr. rer. nat. Jan Modersitzki • Dr. rer. nat. Florian Mannel 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • Tröltzsch:: Optimale Steuerung partieller Differentialgleichungen - Vieweg+Teubner Verlag • Hinze, Ulbrich, Ulbrich, Pinnau: Optimization with PDE Constraints - Springer Dordrecht • Ulbrich: Semismooth Newton Methods for Variational Inequalities and Constrained Optimization Problems in Function Spaces - SIAM 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig 		
Bemerkungen:		

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

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

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

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

Modulprüfung(en):

- MA5037-L1: Optimierung komplexer Systeme, Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min) nach Maßgabe des Dozenten, 100% der Modulnote

MA5008-KP04 - Praktikum Mathematik (PrakMaKP04)

Dauer: 1 Semester	Angebotsturnus: Auf Nachfrage	Leistungspunkte: 4 (Typ B)
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester: <ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Mathematik/Informatik, 2. oder 3. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik/Informatik, 2. oder 3. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen: <ul style="list-style-type: none"> • MA5008-V: Praktikum Mathematik (Praktikum, 4 SWS) 		Arbeitsaufwand: <ul style="list-style-type: none"> • 100 Stunden Präsenzstudium • 20 Stunden Schriftliche Ausarbeitung
Lehrinhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Planung und Durchführung eines wissenschaftlichen Projektes mit mathematischen Methoden • Präsentation der Verfahren und Ergebnisse in einem ausführlichen schriftlichen Bericht 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Fähigkeit, ein gegebenes Problem zu analysieren und mathematische Lösungsansätze zu entwickeln • Fähigkeit, sich adäquate mathematische Strukturen selbstständig anzueignen • Fähigkeit, Teilergebnisse zur Gesamtlösung zu integrieren • Fertigkeit, Ergebnisse zu dokumentieren und zu präsentieren 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch: <ul style="list-style-type: none"> • Schriftliche Ausarbeitung 		
Modulverantwortlicher: <ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. rer. nat. Jürgen Prestin 		
Lehrende: <ul style="list-style-type: none"> • Institute der Sektion Informatik/Technik • Alle prüfungsberechtigten Dozentinnen/Dozenten des Studienganges 		
Sprache: <ul style="list-style-type: none"> • Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern 		
Bemerkungen: <p>Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls: - Keine</p> <p>Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en): - schriftliche Ausarbeitung</p> <p>Modulprüfung(en): - MA5008-L1: Praktikum Mathematik, unbenotetes Praktikum, 0% der Modulnote, muss bestanden sein</p>		

CS3000-KP04, CS3000 - Algorithmen-Design (AlgoDesign)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Jedes Wintersemester	4
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Informatik, 3. Fachsemester • Bachelor Informatik 2019 (Pflicht), Grundlagen der Informatik, 5. Fachsemester • Bachelor Robotik und Autonome Systeme 2020 (Wahlpflicht), Informatik, 5. oder 6. Fachsemester • Bachelor Medizinische Informatik 2019 (Wahlpflicht), Informatik, 4. bis 6. Fachsemester • Bachelor Informatik 2016 (Pflicht), Grundlagen der Informatik, 5. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Informatik, 3. Fachsemester • Bachelor Robotik und Autonome Systeme 2016 (Wahlpflicht), Informatik, 5. oder 6. Fachsemester • Bachelor IT-Sicherheit 2016 (Pflicht), Informatik, 5. Fachsemester • Bachelor Medizinische Informatik 2014 (Wahlpflicht), Informatik, 5. oder 6. Fachsemester • Bachelor Informatik 2014 (Pflicht), Grundlagen der Informatik, 5. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2010 (Wahl), Informatik, 5. oder 6. Fachsemester • Bachelor Informatik 2012 (Pflicht), Grundlagen der Informatik, 5. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • CS3000-V: Algorithmen-Design (Vorlesung, 2 SWS) • CS3000-Ü: Algorithmen-Design (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 65 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung • 45 Stunden Präsenzstudium • 10 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • dynamische Programmierung, heuristische Suchverfahren • komplexe Datenstrukturen, Union-Find-Problem • Effizienz- und Korrektheitsanalyse • probabilistische Algorithmen • Online-Algorithmen • Graph-, Matching- und Scheduling-Probleme • Stringverarbeitung • Approximations-Algorithmen 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können algorithmischen Entwurfsprinzipien sicher anwenden. • Sie können Algorithmen analysieren bezüglich Korrektheit und Effizienz. • Sie können neue komplexe Algorithmen durch Anwendung dieser Prinzipien entwickeln. • Sie besitzen spezifische Erfahrung für das effiziente Lösen algorithmischer Probleme. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Klausur 		
Setzt voraus:		
<ul style="list-style-type: none"> • Stochastik 1 (MA2510-KP04, MA2510) • Theoretische Informatik (CS2000-KP08, CS2000) • Algorithmen und Datenstrukturen (CS1001-KP08, CS1001) 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. Rüdiger Reischuk 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Theoretische Informatik • Prof. Dr. Rüdiger Reischuk • Prof. Dr. rer. nat. Till Tantau 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • J. Kleinberg, E. Tardos: Algorithm Design - Addison Wesley, 2005 		

- T. Cormen, C. Leiserson, R. Rivest, C. Stein: Introduction to Algorithms - MIT Press, 2009
- S. Skiena: The Algorithmic Design Manual - Springer, 2012

Sprache:

- Wird nur auf Deutsch angeboten

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

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

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

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

Modulprüfung(en):

- CS3000-L1: Algorithmen-Design, Klausur, 90 min, 100% der Modulnote

CS3420-KP04, CS3420 - Kryptologie (Krypto14)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Jedes Wintersemester	4
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Informatik, 3. Fachsemester • Bachelor Informatik 2019 (Wahlpflicht), Kernbereich Informatik, Beliebiges Fachsemester • Bachelor Medieninformatik 2020 (Wahlpflicht), Informatik, 4. oder 6. Fachsemester • Bachelor Robotik und Autonome Systeme 2020 (Wahlpflicht), Informatik, 5. oder 6. Fachsemester • Bachelor Medizinische Informatik 2019 (Wahlpflicht), Informatik, 4. bis 6. Fachsemester • Bachelor Informatik 2016 (Wahlpflicht), Kernbereich Informatik, Beliebiges Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Informatik, 3. Fachsemester • Bachelor Robotik und Autonome Systeme 2016 (Wahlpflicht), Informatik, 5. oder 6. Fachsemester • Bachelor IT-Sicherheit 2016 (Pflicht), IT-Sicherheit, 3. Fachsemester • Bachelor Medizinische Informatik 2014 (Wahlpflicht), Informatik, 5. oder 6. Fachsemester • Bachelor Informatik 2014 (Wahlpflicht), Informatik Kernbereich, 5. oder 6. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • CS3420-V: Kryptologie (Vorlesung, 2 SWS) • CS3420-Ü: Kryptologie (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 65 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung • 45 Stunden Präsenzstudium • 10 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Historie der Kryptographie, klassische Verfahren • mathematische und algorithmische Grundlagen • Entwurfsprinzipien für kryptographische Verfahren • symmetrische Verschlüsselungsverfahren (DES ... AES) • Public-Key-Kryptografie, digitale Signaturen • effiziente Implementierungen von Kryptosystemen • Verfahren der Kryptoanalyse • kryptographische Protokolle 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können IT-Sicherheit modellieren und analysieren. • Sie kennen grundlegende kryptographische Primitive und Protokolle. • Sie können kryptographische Schwachstellen erkennen. • Sie können kryptologische Standard-Techniken anwenden. • Sie können die historische und gesellschaftliche Bedeutung von Verschlüsselung von Information erklären und einordnen. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Klausur 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. Maciej Liskiewicz 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Theoretische Informatik • Prof. Dr. Maciej Liskiewicz 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • J von zur Gathen: CryptoSchool - Springer 2015 • A. Beutelspacher, H. Neumann, T. Schwarzpaul: Kryptografie in Theorie und Praxis - Vieweg 2005 • D. Wätjen: Kryptographie - Springer 2018 • J. Katz, Y. Lindell: Introduction to Modern Cryptography - Chapman & Hall, 2008 • F. Bauer: Entzifferte Geheimnisse - Springer 1997 • B. Schneier: Applied Cryptography - J. Wiley 1996 		



Sprache:

- Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungszetteln gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- CS3420-L1: Kryptologie, Klausur, 90 Minuten, 100% der Modulnote

CS4250-KP04, CS4250 - Computer Vision (CompVision)

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

- Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

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

Modulprüfung(en):

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

Ist identisch zu Modul XM2330 der Fachhochschule Lübeck

CS4405-KP04, CS4405 - Neuroinformatik (NeuroInf)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Jedes Sommersemester	4

Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:

- Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Pflicht), Informatik, 2. Fachsemester
- Master Hörakustik und Audiologische Technik 2022 (Wahlpflicht), Hörakustik und Audiologische Technik, 2. Fachsemester
- Master Hörakustik und Audiologische Technik 2017 (Wahlpflicht), Hörakustik und Audiologische Technik, 2. Fachsemester
- Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, Beliebiges Fachsemester
- Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Pflicht), Informatik, 2. Fachsemester
- Master Robotics and Autonomous Systems 2019 (Wahlpflicht), Wahlpflicht, 1. oder 2. Fachsemester
- Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Wahlpflicht), Informatik/Elektrotechnik, Beliebiges Fachsemester
- Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2011 (Wahlpflicht), Mathematik, 2. Fachsemester
- Bachelor Medizinische Ingenieurwissenschaft 2011 (Wahlpflicht), Wahlpflicht in MIW, 6. Fachsemester
- Master Informatik 2012 (Wahlpflicht), Vertiefungsblock Organic Computing, 2. oder 3. Fachsemester
- Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2011 (Vertiefung), Bildgebende Systeme, Signal- und Bildverarbeitung, 2. Fachsemester
- Master Informatik 2012 (Wahlpflicht), Vertiefungsblock Intelligente Eingebettete Systeme, 2. oder 3. Fachsemester
- Master Informatik 2012 (Pflicht), Anwendungsfach Robotik und Automation, 2. Fachsemester
- Master Informatik 2012 (Pflicht), Anwendungsfach Bioinformatik, 2. Fachsemester
- Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2010 (Pflicht), Informatik, 2. Fachsemester

Lehrveranstaltungen:

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

Arbeitsaufwand:

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

Lehrinhalte:

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

Qualifikationsziele/Kompetenzen:

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

Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:

- Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten

Modulverantwortlicher:

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

Lehrende:

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

Literatur:

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



Sprache:

- Wird nur auf Deutsch angeboten

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

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

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

CS4440-KP04, CS4440 - Molekulare Bioinformatik (MolBioInfo)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Jedes Wintersemester	4
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahlpflicht), Informatik, 3. Fachsemester • Master Molecular Life Science 2023 (Wahlpflicht), Mathematik/Informatik, 1. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Informatik, 3. Fachsemester • Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2011 (Vertiefung), Biophysik und Biomedizinische Optik, 2. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2010 (Wahl), Informatik, 1. oder 3. Fachsemester • Master Informatik 2012 (Pflicht), Anwendungsfach Bioinformatik, 1. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • CS4440-V: Molekulare Bioinformatik (Vorlesung, 2 SWS) • CS4440-Ü: Molekulare Bioinformatik (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 55 Stunden Selbststudium • 45 Stunden Präsenzstudium • 20 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Methoden für schnellen Genomvergleich • Auswertung von Daten zur Genexpression und Sequenzvariation • Fortgeschrittener Umgang mit biologischen Datenbanken (Sequenz, Motif, Struktur, Regulation, Interaktion) 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können indexbasierte Software auf Next-Generation Sequencing Daten anwenden • Sie können molekular-biologische Datenbanken nutzen und entwerfen. • Sie können statistisch signifikante Veränderungen in Microarray-Daten feststellen. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Klausur 		
Setzt voraus:		
<ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Bioinformatik (CS1400-KP04, CS1400) 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. rer. nat. Thomas Martinetz 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Neuro- und Bioinformatik • Prof. Dr. Bernhard Haubold • Prof. Dr. rer. nat. Thomas Martinetz • MitarbeiterInnen des Instituts • Prof. Lars Bertram 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • M. S. Waterman: Introduction to Computational Biology - London: Chapman and Hall 1995 • B. Haubold, T. Wiehe: Introduction to Computational Biology - Birkhäuser 2007 • R. Durbin, S. Eddy, A. Krogh, G. Mitchison: Biological sequence analysis. Probabilistic models - Cambridge, MA: Cambridge University Press • J. Setubal, J. Meidanis: Introduction to computational molecular - Pacific Grove: PWS Publishing Company • D. M. Mount: Bioinformatics - Sequence and Genome - New York: Cold Spring Harbor Press 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern 		
Bemerkungen:		



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- CS4440-L1: Molekulare Bioinformatik, Klausur, 90 min, 100 % der Modulnote

CS5450-KP04, CS5450 - Maschinelles Lernen (MaschLern)

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



Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- keine

Modulprüfung(en):

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

ME2451-KP04, ME2451 - Regelungstechnik (RegTech)

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



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Keine

Modulprüfung(en):

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

LS4020 C - Modulteil LS4020C: Einzelmolekülmethoden (Einzelstru)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Jedes Wintersemester	3
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Modulteil eines Pflichtmoduls), MML/Life Science, 3. Fachsemester • Master Molecular Life Science 2018 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Strukturbiologie, 1. Fachsemester • Master Infection Biology 2018 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Fächerübergreifende Module, 1. Fachsemester • Master Biophysik 2019 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Biophysik, 1. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Modulteil eines Pflichtmoduls), MML/Nebenfach Life Science, 3. Fachsemester • Master Molecular Life Science 2016 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Strukturbiologie, 1. Fachsemester • Master Infection Biology 2012 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Fächerübergreifende Module, 1. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2010 (Modulteil eines Wahlmoduls), MML/Life Science, 3. Fachsemester • Master Molecular Life Science 2009 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Strukturbiologie, 1. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • LS4022-V: Einzelmolekülmethoden (Vorlesung, 2 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 60 Stunden Selbststudium • 30 Stunden Präsenzstudium
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Physikalische Grundlagen der Fluoreszenz • Photophysik • Mikroskopietechniken • Proteinmarkierung • Fluoreszenz-Resonanz-Energietransfer (FRET) • Einzelmolekül-Enzymologie • Einzelmolekül-Proteinfaltung • Physikalische Grundlagen der optischen Pinzette • Proteinfaltung mit der optischen Pinzette 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Verständnis der physikalischen Grundlagen von Einzelmolekülexperimenten • Verständnis des Nutzens von Einzelmolekülexperimenten • Verständnis der Grenzen von Einzelmolekülexperimenten 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • siehe Bemerkungen 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Siehe Hauptmodul 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Physik • Prof. Dr. rer. nat. Christian Hübner 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • Lakowicz, Joseph R: Principles of Fluorescence Spectroscopy - ISBN 978-0-387-46312-4 • Markus Sauer, Johan Hofkens, Jörg Enderlein: Handbook of Fluorescence Spectroscopy and Imaging: From Ensemble to Single Molecules - ISBN: 978-3-527-31669-4 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Wird nur auf Englisch angeboten 		
Bemerkungen:		



Ist Modulteil von:

- LS4021-KP06 (ehemals LS4020-IB) -> Prof. Hübner
- LS4020-KP06 (ehemals LS4020-MLS) and LS4020-KP12 -> Prof. Peters
- LS4027-KP06 ab 2023

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

MA5009-KP03 - Master-Seminar Mathematik (MSMathe03)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Jedes Semester	3 (Typ B)
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Pflicht), Fächerübergreifende Module, 3. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • MA5009-S: Hauptseminar Master Mathematik (Seminar, 2 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 30 Stunden Selbststudium • 30 Stunden Präsenzstudium • 15 Stunden Schriftliche Ausarbeitung • 15 Stunden Vortrag (inkl. Vor- und Nachbereitung)
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Einarbeitung in ein wiss. Themengebiet der Vertiefungsfächer • Aufarbeitung des Themengebiets in schriftlicher Form • Halten eines Vortrages 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Erfahrung in der gründlichen Aufarbeitung eines wissenschaftlichen Themas • Fähigkeit, Aufarbeitungen verständlich in Schriftform darzustellen. • Sie können ein wiss. komplexes Gebiet überblicksmäßig und zusammenhängend in einem Vortrag verständlich darstellen. • Erfahrung in wissenschaftlichen Diskussionen • Fähigkeit, wissenschaftlichen Vorträgen zu folgen und sie in offener Diskussion kritisch zu hinterfragen 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Seminararbeit 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. rer. nat. Jürgen Prestin 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Medizinische Biometrie und Statistik • Institut für Mathematische Methoden der Bildverarbeitung • Institut für Mathematik • Prof. Dr. rer. nat. Jürgen Prestin • Prof. Dr. rer. nat. Jan Modersitzki • Prof. Dr. rer. nat. Andreas Rößler • Nachfolge von Prof. Dr. rer. nat. Karsten Keller • Prof. Dr. rer. nat. Jan Lellmann • Prof. Dr. rer. biol. hum. Inke König • Prof. Dr. rer. nat. Silke Szymczak 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern 		
Bemerkungen:		
Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls: - Keine		
Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en): - Ausarbeitung und Halten eines Fachvortrages		
Modulprüfung(en): - MA5009-L1: Master-Seminar Mathematik, unbenotetes Seminar, 0% der Modulnote, muss bestanden sein		

MA5990-KP30, MA5990 - Masterarbeit Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften (MaArbMML)		
Dauer: 1 Semester	Angebotsturnus: Jedes Semester	Leistungspunkte: 30
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester: <ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Pflicht), Fächerübergreifende Module, 4. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Pflicht), Fächerübergreifende Module, 4. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2010 (Pflicht), Mathematik, 4. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen: <ul style="list-style-type: none"> • Verfassen der Masterarbeit (betreutes Selbststudium, 1 SWS) • Kolloquium zur Masterarbeit (Vortrag (inkl. Vorbereitung), 1 SWS) 		Arbeitsaufwand: <ul style="list-style-type: none"> • 870 Stunden Selbststudium • 30 Stunden Vortrag (inkl. Vor- und Nachbereitung)
Lehrinhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Selbstständiges wissenschaftliches Bearbeiten einer komplexen Aufgabenstellung aus der Mathematik und ihren Anwendungen • Verfassen einer Masterarbeit • Wissenschaftlicher Vortrag über die Problemstellung und die erarbeitete Lösung 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können ein komplexes wissenschaftliches Problem mit den Mitteln ihres Faches lösen. • Erfahrung in der Erstellung einer anspruchsvollen wissenschaftlichen Arbeit in vorgegebener Zeit • Experte auf einem Spezialgebiet • Erfahrung im Studium wissenschaftlicher Originalliteratur • Vortragserfahrung 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch: <ul style="list-style-type: none"> • Schriftliche Ausarbeitung • Kolloquium 		
Modulverantwortlicher: <ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. rer. nat. Jürgen Prestin 		
Lehrende: <ul style="list-style-type: none"> • Institute der Sektion Informatik/Technik • Alle prüfungsberechtigten Dozentinnen/Dozenten des Studienganges 		
Sprache: <ul style="list-style-type: none"> • Abschlussarbeit auf Deutsch oder Englisch möglich 		
Bemerkungen: <p>Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls: - Leistungszertifikate im Umfang von mindestens 75 KP liegen im Prüfungsamt vor.</p> <p>Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en): - Abgabe einer Masterarbeit</p> <p>Modulprüfung(en): - MA5990-L1: Masterarbeit Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften, Masterarbeit und Kolloquium, 100% der Modulnote</p>		

LS2300-KP08, LS2301 - Biophysikalische Chemie (BPCKP08)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Jedes Sommersemester	8
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Pflicht), MML/Nebenfach Life Science, 2. Fachsemester • Bachelor Biophysik 2024 (Pflicht), Biophysik, 4. Fachsemester • Bachelor Molecular Life Science 2024 (Pflicht), Chemie, 4. Fachsemester • Bachelor Molecular Life Science 2018 (Pflicht), Chemie, 4. Fachsemester • Bachelor Molecular Life Science 2016 (Pflicht), Chemie, 4. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Pflicht), MML/Nebenfach Life Science, 2. Fachsemester • Bachelor Biophysik 2016 (Pflicht), Biophysik, 4. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2010 (Wahlpflicht), MML/Life Science, 2. Fachsemester • Bachelor Molecular Life Science 2009 (Pflicht), Life Sciences, 4. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • LS2300-V: Biophysikalische Chemie (Vorlesung, 3 SWS) • LS2300-Ü: Biophysikalische Chemie (Übung, 1 SWS) • LS2300-P: Biophysikalische Chemie (Praktikum, 3 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 160 Stunden Selbststudium • 80 Stunden Präsenzstudium
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesungsthemen: • Fragestellungen in der Biophysikalischen Chemie • Physikalische Grundlagen der NMR-Spektroskopie • Physikalische Grundlagen der Massenspektrometrie • Theoretische Berechnung von Molekülen - Quantenmechanik oder Molekulare Mechanik? • Grundlagen der chemischen Thermodynamik • Thermodynamik der Ligandenbindung • Grundlagen der chemischen Kinetik • Grundlagen der Enzymkinetik • Molekulare Mechanik • Praktikum: • NMR-Versuch, Molecular Modeling, Versuche zur Thermodynamik, Versuche zur Kinetik 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Erwerb grundlegender Kenntnisse zur spektroskopischen Analyse von (Bio)molekülen mit einem Schwerpunkt auf NMR-spektroskopischen und massenspektrometrischen Verfahren. Erwerb der Fähigkeit, NMR- und MS-Spektren einfacher biologisch relevanter Moleküle zu interpretieren. Bei der NMR-Spektroskopie wird auch die Fähigkeit erworben, mehrdimensionale Spektren (COSY, TOCSY, NOESY, HSQC, HMBC) auszuwerten. • Einsicht in Eigenschaften (z.B. Struktur, Dynamik, spektroskopische Eigenschaften) von Molekülen mit Hilfe theoretischer Modelle. Erwerb der Fähigkeit, eigenständig Berechnungen mit Hilfe von Molekülmechanik-Programmen durchzuführen. • Vermittlung grundlegender Kenntnisse zur quantenmechanischen Behandlung von Kernspinsystemen. Erwerb der Fähigkeit, Kernspinsysteme mit Hilfe von einfachen quantenmechanischen Regeln zu analysieren. Erwerb der Fähigkeit, einfache NMR-Pulsexperimente mit Hilfe des klassischen Vektormodells zu analysieren. • Vermittlung thermodynamischer Gesetzmäßigkeiten zur Beschreibung chemischer Reaktionen und biologischer Prozesse mit Fokussierung auf Bindungs- und Erkennungsreaktionen in biologischen Systemen. Erwerb der Fähigkeit, die Bindung von Liganden an Proteine und andere Biomoleküle quantitativ auszuwerten. • Vermittlung grundlegender Kenntnisse für die Beschreibung des zeitlichen Ablaufs chemischer Reaktionen und biologischer Prozesse. Erwerb der Fähigkeit, biologische Erkennungsreaktionen mit Hilfe von kinetischen Modellen quantitativ zu analysieren. • Erwerb der Fähigkeit, in den in diesem Modul behandelten Bereichen der Praktikum:Biophysikalischen Chemie selbständig Experimente zu planen und durchzuführen unter Berücksichtigung der Richtlinien Guter wissenschaftlichen Praxis der UZL. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Klausur 		
Setzt voraus:		
<ul style="list-style-type: none"> • Organische Chemie (LS1600-KP10, LS1600-MLS) 		

Modulverantwortlicher:

- Prof. Dr. rer. nat. Ulrich Günther

Lehrende:

- [Institut für Chemie und Metabolomics](#)
- Prof. Dr. rer. nat. Ulrich Günther
- PD Dr. phil. nat. Thomas Weimar

Literatur:

- Peter Atkins and Julio de Paula: Physical Chemistry for the Life Sciences - Oxford, University Press, Freeman and Company, 2006, ISBN 0-1992-8095-9
- Thomas Engel und Philip Reid: Physikalische Chemie - Pearson Studium, 2006, ISBN 13: 978-3-8273-7200-0
- van Holde, Johnson & HoPrentice Hall: Principles of Physical Biochemistry - New Jersey, 1998, 2006, ISBN 0-13-720459-0
- Atkins: Physical Chemistry - Oxford University Press, Oxford Melbourne Tokyo, 1998, ISBN 0-19-850101-3 Paperback, Deutsche Ausgabe (dritte Auflage) bei Wiley VCH, 2002: ISBN 3-527-30236-0 Wiley-VCH, Weinheimxford University Press, Oxford Mel-bourne Tokyo, 1998, ISBN 0-19-850101-3 Paperback, Deutsche Ausgabe (dritte Auflage) bei Wiley VCH, 2002: ISBN 3-527-30236-0 Wiley-VCH, Weinheim
- Fersht, W. H.: Structure and Mechanism in Protein Science - New York, 1999, ISBN 0-7167-3268-8
- Cantor & Schimmel: Biophysical Chemistry, Parts I-III - Freeman and Company, New York, 1980, ISBN 0-71671188-5 Paperback
- H. Friebolin: Ein- und zweidimensionale NMR-Spektroskopie - Wiley-VCH
- [James Keeler and Peter Wothers: Chemical Structure and Reactivity: An integrated approach - Oxford University Press, 2008; second ed. 2013](#)

Sprache:

- Wird nur auf Deutsch angeboten

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- LS2300-L1: Biophysikalische Chemie, Klausur, 90 min, 100 % der Modulnote
- LS2300-L2: Praktikum Biophysikalische Chemie, unbenotetes Praktikum, 0 % der Modulnote, muss bestanden sein

MML: Wahlpflicht im 2.Sem. Master bei Spezialisierung Life Science

Biophysik: einige Versuche sind studiengangspezifisch.

Das Praktikum BPC findet als Block im September statt.

Teilnahme am Praktikum setzt das Leistungszertifikat LS1600 und LS2600 voraus.

Das Modul ist besser verständlich, wenn vorher die Module Physik 1 oder 2 besucht wurden.

(Anteil Institut für Physik an P ist 25%)

LS2600-KP06, LS2601 - Biologische Chemie (BiolChem06)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Jedes Wintersemester	6
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Pflicht), MML/Nebenfach Life Science, 1. Fachsemester • Bachelor Molecular Life Science 2024 (Pflicht), Chemie, 3. Fachsemester • Bachelor Molecular Life Science 2018 (Pflicht), Chemie, 3. Fachsemester • Bachelor Molecular Life Science 2016 (Pflicht), Life Sciences, 3. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Pflicht), MML/Nebenfach Life Science, 1. Fachsemester • Bachelor Molecular Life Science 2009 (Pflicht), Life Sciences, 3. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • LS2600-V: Biologische Chemie (Vorlesung, 4 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 120 Stunden Selbststudium • 60 Stunden Präsenzstudium
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesungsthemen: • Was ist Biologische Chemie? • Natur der chemischen Bindung • Chemische Reaktionen zur Modifizierung von Proteinen • Synthese von Peptiden • Chemische Analytik - MS und NMR • Labelingstrategien zur Verfolgung von Proteinen und Glycoproteinen in Zellen und Organismen • Chemische Reaktionen zur Verfolgung von Molekülen in Zellen und ganzen Organismen 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Vertiefung Chemische Bindung - Quantenmechanische Beschreibung chemischer Bindungen. Erwerb der Fähigkeit, Molekülorbitale für einfache Moleküle nach verschiedenen, theoretisch unterschiedlich ansetzenden Konzepten zu konstruieren (LCAO-Verfahren, Symmetrieorbitale etc.). • Vermittlung quantenmechanisch basierter Regeln zum Verständnis des Verlaufs ausgewählter, biologisch relevanter chemischer Reaktionen. Erwerb der Fähigkeit, mit Molekülorbital-basierten Konzepten den Verlauf chemischer Reaktionen vorherzusagen. • Vermittlung von Methoden zur Synthese chemisch modifizierter Proteine. Erwerb der Fähigkeit, Proteine mit solchen Techniken zu immobilisieren oder zu labeln. • Vermittlung von Methoden zur Synthese von Peptiden. Erwerb der Fähigkeit, selbständig Peptidsynthesen zu planen. • Vermittlung grundlegender Kenntnisse aus der Chemischen Biologie zur Lösung biologischer Probleme unter Zuhilfenahme synthetische Chemie, wie etwa beim metabolischen Labeling von Glycanketten. Erwerb der Fähigkeit, Konzepte des metabolischen Labelings umzusetzen. • Vertiefte Diskussion von Reaktionsmechanismen chemischer Reaktionen mit Relevanz für biologische Systeme unter Verwendung von MO-Theorie. Erwerb der Fähigkeit, Click-Chemie und verwandte Techniken für die Analyse zellulärer Prozesse einzusetzen. • Erlernen NMR und MS analytischer Verfahren zur Bestimmung der Identität von Verbindungen am Beispiel von Aminosäuren und einfachen Kohlenhydraten. Erwerb der Fähigkeit, Aminosäuren und einfache Kohlenhydratspektren (NMR und MS) zu interpretieren. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Klausur 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. rer. nat. Ulrich Günther 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Chemie und Metabolomics • Prof. Dr. rer. nat. Ulrich Günther • Dr. Alvaro Mallagaray • Prof. Dr. rer. nat. Karsten Seeger • PD Dr. phil. nat. Thomas Weimar 		



Literatur:

- Paula Y. Bruice: Organische Chemie - Pearson Verlag
- James Keeler and Peter Wothers: Chemical Structure and Reactivity: An integrated approach - Oxford University Press, 2008; second ed. 2013 ISBN: 978-0-19-928930-1

Sprache:

- Wird nur auf Deutsch angeboten

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- keine

Modulprüfung(en):

- LS2600-L1: Biologische Chemie, Klausur, 90 min, 100 % der Modulnote

LS4020 A - Modulteil LS4020A: Kristallographie (StrAnaKris)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:	Max. Gruppengröße:
1 Semester	Jedes Wintersemester	3	60
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:			
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Modulteil eines Pflichtmoduls), MML/Nebenfach Life Science, 3. Fachsemester • Master Infection Biology 2018 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Infektionsbiologie, 1. Fachsemester • Master Infection Biology 2012 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Infektionsbiologie, 1. Fachsemester • Master Biophysik 2019 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Biophysik, 1. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Modulteil eines Pflichtmoduls), MML/Nebenfach Life Science, 3. Fachsemester • Master Molecular Life Science 2018 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Life Sciences, 1. Fachsemester • Master Molecular Life Science 2016 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Life Sciences, 1. Fachsemester 			
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:	
<ul style="list-style-type: none"> • LS4021-V: Kristallographie (Vorlesung, 2 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 60 Stunden Selbststudium • 30 Stunden Präsenzstudium 	
Lehrinhalte:			
<ul style="list-style-type: none"> • Kristallwachstum, Fällungsmitteln und Phasendiagramm, Kristallmorphologie, Symmetrie und Raumgruppen, Kristallogene • 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) 			
Qualifikationsziele/Kompetenzen:			
<ul style="list-style-type: none"> • 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 			
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:			
<ul style="list-style-type: none"> • siehe Bemerkungen 			
Modulverantwortlicher:			
<ul style="list-style-type: none"> • Siehe Hauptmodul 			
Lehrende:			
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Biochemie • Dr. math. et dis. nat. Jeroen Mesters 			
Literatur:			
<ul style="list-style-type: none"> • Jan Drenth: Principles of Protein X-ray Crystallography - Science+Business Media, LLC, New York 			
Sprache:			
<ul style="list-style-type: none"> • Wird nur auf Englisch angeboten 			
Bemerkungen:			



Ist Modulteil von:

- LS4021-KP06 (ehemals LS4020-IB) -> Prof. Hübner
- LS4020-KP06 (ehemals LS4020-MLS) and LS4020-KP12 -> Prof. Peters
- LS4026-KP06 ab 2023

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

Für Master MLS Schwerpunkt Strukturbiologie ist es ein Pflichtmodul.

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

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Jedes Wintersemester	3
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Modulteil eines Pflichtmoduls), MML/Nebenfach Life Science, 3. Fachsemester • Master Molecular Life Science 2018 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Strukturbiologie, 1. Fachsemester • Master Infection Biology 2018 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Fächerübergreifende Module, 1. Fachsemester • Master Biophysik 2019 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Biophysik, 1. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Modulteil eines Pflichtmoduls), MML/Nebenfach Life Science, 3. Fachsemester • Master Molecular Life Science 2016 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Strukturbiologie, 1. Fachsemester • Master Infection Biology 2012 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Fächerübergreifende Module, 1. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2010 (Modulteil eines Wahlmoduls), MML/Life Science, 3. Fachsemester • Master Molecular Life Science 2009 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Strukturbiologie, 1. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • LS4024-V: NMR-Spektroskopie (Vorlesung, 2 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 60 Stunden Selbststudium • 30 Stunden Präsenzstudium
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesungsinhalte: • Zuordnung von NMR-Spektren • Beschreibung des NOESY-Experiments mit Hilfe des klassischen Vektormodells • Chemischer Austausch und Transfer NOE • Multidimensionale NMR-Spektroskopie • Zuordnungsstrategien für die Zuordnung von Peptiden • Einführung in den Produktoperatorformalismus (POF) • Beschreibung des COSY und des HSQC Experimentes mit Hilfe des POF • NMR zur Zuordnung von Proteinen • NMR Strukturanalyse von Proteinen • NMR-Experimente zur Analyse der Dynamik von Proteinen 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können komplexere NMR-Spektren analysieren und zuordnen • Sie verstehen NMR-Experimente mit Hilfe des Produktoperatorformalismus • Sie können die Struktur und Dynamik von Proteinen mit Hilfe von NMR-Experimenten analysieren 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • siehe Bemerkungen 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. rer. nat. Ulrich Günther 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Chemie und Metabolomics • Prof. Dr. rer. nat. Ulrich Günther • Dr. Alvaro Mallagaray 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • James Keeler: Understanding NMR Spectroscopy - Wiley • Horst Friebolin: Ein- und zweidimensionale NMR-Spektroskopie. Eine Einführung - Wiley-VCH • Malcolm H. Levitt: Spin Dynamics - Basics of Nuclear Magnetic Resonance - Wiley-VCH • D. Neuhaus & M. P. Williamson: The Nuclear Overhauser Effect in Structural and Conformational Analysis - Wiley-VCH • Timothy Claridge: High-Resolution NMR Techniques in Organic Chemistry - Pergamon Press • : Aktuelle wissenschaftliche Literatur 		
Sprache:		



- Wird nur auf Englisch angeboten

Bemerkungen:

Ist Modulteil von:

- LS4021-KP06 (ehemals LS4020-IB) -> Prof. Hübner
- LS4020-KP06 (ehemals LS4020-MLS) and LS4020-KP12 -> Prof. Peters
- LS4027-KP06 ab 2023

Übungen sind in die Vorlesung integriert.

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

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

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Jedes Wintersemester	3
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Modulteil eines Pflichtmoduls), MML/Nebenfach Life Science, 3. Fachsemester • Master Molecular Life Science 2018 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Strukturbiologie, 1. Fachsemester • Master Infection Biology 2018 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Fächerübergreifende Module, 1. Fachsemester • Master Biophysik 2019 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Biophysik, 1. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Modulteil eines Pflichtmoduls), MML/Nebenfach Life Science, 3. Fachsemester • Master Molecular Life Science 2016 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Strukturbiologie, 1. Fachsemester • Master Infection Biology 2012 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Fächerübergreifende Module, 1. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2010 (Modulteil eines Wahlmoduls), MML/Life Science, 3. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • LS4027-V: Optische Methoden (Vorlesung, 2 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 60 Stunden Selbststudium • 30 Stunden Präsenzstudium
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • 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:		
<ul style="list-style-type: none"> • 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 können optische Methoden entsprechend ihrer Komplexität klassifizieren und mögliche Anwendungen skizzieren. • Die Studierenden besitzen die Sozial- und Kommunikationskompetenz zur Diskussion gegebener Fragestellungen innerhalb von Gruppenarbeit zur Vorlesungsvorbereitung und Vorlesungsnachbereitung. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Klausur 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Siehe Hauptmodul 		

Lehrende:

- [Institut für Biomedizinische Optik](#)
- Prof. Dr. rer. nat. Gereon Hüttmann
- [Prof. Dr. rer. nat. Sebastian Karpf](#)
- Dr. rer. nat. Norbert Linz
- [Prof. Dr. rer. nat. Robert Huber](#)

Literatur:

- 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 Modulteil von:

- LS4021-KP06 (ehemals LS4020-IB) -> Prof. Hübner
- LS4020-KP06 (ehemals LS4020-MLS) and LS4020-KP12 -> Prof. Peters
- LS4026-KP06 ab 2023

(Anteil Biomedizinische Optik an Vorlesung ist 100%)

LS4020-KP08 - Vertiefung Life Science (VertLSKP08)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Jedes Wintersemester	8
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Pflicht), MML/Nebenfach Life Science, 3. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Pflicht), MML/Nebenfach Life Science, 3. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • Siehe LS4020 A: Kristallographie (Vorlesung, 2 SWS) • Siehe LS4020 B: NMR-Spektroskopie (Vorlesung, 2 SWS) • Siehe LS4020 C: Einzelmolekülmethoden (Vorlesung, 2 SWS) • Siehe LS4020 D: Mikroskopische Methoden und Anwendung (Vorlesung, 2 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 180 Stunden Selbststudium • 60 Stunden Präsenzstudium
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Siehe LS4020 A bis D 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Siehe LS4020 A bis D 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Klausur 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. rer. nat. Thomas Peters 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Physik • Institut für Biologie • Institut für Biochemie • Institut für Chemie und Metabolomics <ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. rer. nat. Thomas Peters • Prof. Dr. rer. nat. Rolf Hilgenfeld • Dr. math. et dis. nat. Jeroen Mesters • Prof. Dr. rer. nat. Karsten Seeger • Prof. Dr. rer. nat. Christian Hübner • Prof. Dr. rer. nat. Rainer Duden 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern 		
Bemerkungen:		
Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls: - Keine		
Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modulprüfung(en): - Prüfungsvorleistungen können zu Beginn des Semesters festgelegt werden. Sind Vorleistungen definiert, müssen diese vor der Erstprüfung erbracht und positiv bewertet worden sein.		
Modulprüfung(en): - LS4020-L1: Vertiefung Life Science, 2 Klausuren (a 90 min) oder mündliche Prüfungen (a 30 min), 2 x 50% der Modulnote		
Das gegenüber den beiden Teilmodulen um 2 Leistungspunkte höhere Workload ergibt sich aus notwendigem Selbststudium für die MML-Studierenden.		
Es müssen zwei der vier o. g. Veranstaltungen gewählt werden. Beide gewählten Modulteile gehen mit 50 % in die Note ein.		



Es gibt für jedes Modulteil eine separate Klausur. Die zwei gewählten Modulteile müssen an einem Termin, also an dem ersten Termin zu Semesterende oder an dem zweiten der angebotenen Termine am Ende der Ferien, geschrieben werden. Dabei kann der Termin auf zwei Tage verteilt sein, da die Klausuren für unterschiedliche Modulteile an verschiedenen Tagen angeboten werden können.

Wird nur die Teilklausur für einen Modulteil geschrieben, so gilt die Klausur als nicht bestanden und wird als Fehlversuch gewertet.

CS4336-KP08 - Künstliche Intelligenz, Bildanalyse und Computergrafik (MoKiBiCo)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Jedes Sommersemester	8
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Pflicht), MML/Nebenfach Bildverarbeitung, 2. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • CS4332-V: Modell- und KI-basierte Bildverarbeitung in der Medizin (Vorlesung, 2 SWS) • CS4332-Ü: Modell- und KI-basierte Bildverarbeitung in der Medizin (Übung, 1 SWS) • CS3205-V: Computergrafik (Vorlesung, 2 SWS) • CS3205-Ü: Computergrafik (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 110 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung • 90 Stunden Präsenzstudium • 40 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Methoden und Algorithmen zur Analyse und Visualisierung medizinischer Bilddaten unter Einbeziehung aktueller Forschungsarbeiten im Bereich der Medizinischen Bildverarbeitung. Im Einzelnen werden folgende Methoden und Algorithmen vorgestellt: • Grundlagen Neuronaler Netze in der medizinischen Bildverarbeitung • Convolutional Neural Networks und Deep Learning in der medizinischen Bildverarbeitung • U-Nets für die Bildsegmentierung • Autoencoder und Generative Adversarial Networks in der medizinischen Bildverarbeitung • Techniken zur Datenaugmentierung • Random Decision Forests für die Segmentierung medizinischer Bilddaten • Statistische Formmodelle: Generierung und Anwendung für die Bildsegmentierung • ROI-basierte Segmentierung und Clusteranalyse für die Segmentierung multispektraler Bilddaten • Live-Wire-Segmentierung • Segmentierung mit aktiven Konturmodellen und deformierbaren Modellen • Nicht-lineare Bildregistrierung • Atlasbasierte Segmentierung und Multi-Atlas-Segmentierung mittels nicht-linearer Registrierung • 3D-Visualisierung medizinischer Bilddaten • Geometrische Transformationen in 2D und 3D • Homogene Koordinaten • Transformationen zwischen kartesischen Koordinatensystemen • Planare und perspektivische Projektionen • Polygonale Modelle • Beleuchtungsmodelle und Schattierungsverfahren • Texture Mapping • Culling und Clipping • Entfernen verdeckter Linien und Oberflächen • Rastergrafik-Algorithmen • Raytracing • Schatten, Spiegelung und Transparenz • Grundlagen der Grafikprogrammierung mit OpenGL und GLSL 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können fortgeschrittene Verfahren zur medizinischen Bildanalyse einordnen, erläutern, anhand ihrer Eigenschaften charakterisieren und problemspezifisch für eine konkrete Anwendung auswählen. • Sie sind in der Lage, fortgeschrittene Methoden der Clusteranalyse und Klassifikation insb. mit Convolutional Neural Networks und Random Decision Forests zu erklären und anhand ihrer Eigenschaften zu charakterisieren. • Sie können die Konzeption neuronaler Netzwerkarchitekturen von U-Nets, GANs oder Autoencoder detailliert erläutern. Sie können die Konzeption neuronaler Netzwerkarchitekturen von U-Nets, GANs oder Autoencoder detailliert erläutern. • Sie kennen Voraussetzungen, Probleme und Grenzen sowie Augmentierungs-techniken für den Einsatz neuronaler Netze in der med. Bildverarbeitung. • Sie kennen verschiedene Ansätze zur modellbasierten Segmentierung, können die hier gemachten unterschiedlichen Modellannahmen beschreiben und sind in der Lage, die hier verwendeten Optimierungsstrategien und -algorithmen zu erläutern. • Sie sind befähigt, die Eigenschaften verschiedener nicht-linearer Bildregistrierungsmethoden einzuschätzen und für ein konkretes Registrierungsproblem Ähnlichkeitsmaße und Regularisierungsterme problemspezifisch auszuwählen und zu parametrisieren. 		

- Sie kennen Methoden der Multi-Atlas-Segmentierung und können die Eigenschaften verschiedener Label-Fusionsansätze erläutern und beispielhaft anwenden.
- Sie können verschiedene medizinische Visualisierungstechniken unterscheiden, anhand ihrer spezifischen Vor- und Nachteile einordnen und in Abhängigkeit von einem konkreten Anwendungsproblem sinnvoll auswählen und anwenden.
- Studierende kennen die grundlegenden Konzepte, Algorithmen und Verfahren der Computergrafik
- Sie können grundlegenden Algorithmen der Computergrafik implementieren und anwenden
- Sie können die Möglichkeiten und Grenzen sowie die Vor- und Nachteile der vermittelten Techniken einschätzen und erläutern

Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:

- Klausur

Setzt voraus:

- Lineare Algebra und Diskrete Strukturen 2 (MA1500-KP08, MA1500)
- Lineare Algebra und Diskrete Strukturen 1 (MA1000-KP08, MA1000)
- Medizinische Bildverarbeitung (CS3310-KP04)

Modulverantwortlicher:

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

Lehrende:

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

Literatur:

- H. Handels: Medizinische Bildverarbeitung - 2. Auflage, Vieweg u. Teubner 2009
- T. Lehmann: Handbuch der Medizinischen Informatik - München: Hanser 2005
- M. Sonka, V. Hlavac, R. Boyle: Image Processing, Analysis and Machine - Elsevier, 2007
- B. Preim, C. Botha: Visual Computing for Medicine - 2nd Edition, Elsevier, 2013
- Foley et. al: Grundlagen der Computergrafik - Addison-Wesley, 1994

Sprache:

- Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

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

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungszetteln und Programmierprojekten gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

- CS4332-L1: Modell- und KI-basierte Bildverarbeitung in der Medizin, Klausur, 90 min, 50% der Modulnote
- CS3205-L1: Computergrafik, Klausur, 90 min, 50% der Modulnote

MA5038-KP08 - Vertiefung Bildverarbeitung (VertBVKP08)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Jedes Wintersemester	8
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Pflicht), MML/Nebenfach Bildverarbeitung, 3. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Pflicht), MML/Nebenfach Bildverarbeitung, 3. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • Siehe: Vertiefende Veranstaltungen zur Bildverarbeitung (Variabel je nach gewählter Veranstaltung, 3 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 240 Stunden Gesamt-Workload, Aufteilung je nach gewählten Veranstaltungen
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Kennenlernen von fortgeschrittenen Verfahren der Bild- und Signalverarbeitung • Kennenlernen der zugrundeliegenden mathematischen Methoden und Modelle • Praktische Umsetzung, kritische Evaluierung und Interpretation der Ergebnisse • Die genauen Lehrinhalte sind den Beschreibungen der gewählten Veranstaltungen zu entnehmen. 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Studierende haben ein tiefes Verständnis in einem Spezialgebiet oder Anwendungsfeld der Bild- und Signalverarbeitung. • Sie haben einen verbesserten Überblick über die Diversität des Fachbereichs. • Sie können ihr bisher erworbenes Wissen in einen neuen Zusammenhang setzen und Querverbindungen bilden. • Fachübergreifende Aspekte: • Studierende besitzen fortgeschrittene Modellbildungskompetenz. • Sie können theoretische Konzepte in die Praxis umsetzen. • Sie besitzen Implementierungserfahrung. • Sie können praktische Probleme abstrahieren. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • siehe Bemerkungen 		
Modulverantwortliche:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. rer. nat. Jan Modersitzki • Prof. Dr. rer. nat. Jan Lellmann 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Mathematische Methoden der Bildverarbeitung • N.N. 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig 		
Bemerkungen:		
<p>Das Modul umfasst 8 ECTS-Punkte, die durch Veranstaltungen aus dem Umfeld der fortgeschrittenen Bild- und Signalverarbeitung erbracht werden müssen. Wichtig: Die Auswahl muss vorher mit dem Modulverantwortlichen abgestimmt werden. Bitte beachten Sie dazu die weiteren Informationen im Moodle-Kurs Anmeldung zu</p>		

ME4411 T - Modulteil: Computertomographie (CT)

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



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Keine

Modulprüfung(en):

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

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

ME4412 T - Modulteil: Magnetresonanztomographie (MRT)

Dauer: 1 Semester	Angebotsturnus: Jedes Wintersemester	Leistungspunkte: 3
-----------------------------	--	------------------------------

Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:

- Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Modulteil eines Pflichtmoduls), MML/Nebenfach Bildverarbeitung, 1. Fachsemester
- Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2020 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Medizinische Ingenieurwissenschaft, 1. Fachsemester
- Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2020 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebiges Fachsemester
- Master Medizinische Informatik 2019 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebiges Fachsemester
- Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Modulteil eines Pflichtmoduls), MML/Nebenfach Bildverarbeitung, 1. Fachsemester
- Master Informatik 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebiges Fachsemester
- Master Medizinische Informatik 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebiges Fachsemester
- Master Entrepreneurship in digitalen Technologien 2014 (Modulteil eines Wahlmoduls), Modulteil, Beliebiges Fachsemester
- Master Medizinische Ingenieurwissenschaft 2014 (Modulteil eines Pflichtmoduls), Medizinische Ingenieurwissenschaft, 1. Fachsemester

Lehrveranstaltungen:

- ME4412-V: Magnetresonanztomographie (Vorlesung, 2 SWS)

Arbeitsaufwand:

- 40 Stunden Selbststudium
- 30 Stunden Präsenzstudium
- 15 Stunden Prüfungsvorbereitung

Lehrinhalte:

- Physikalische Grundlagen der Magnetresonanztomographie: kernmagnetische Resonanz, Relaxationsprozesse, Prinzipien der Ortskodierung
- Aufbau grundlegender Bildgebungssequenzen, Wichtung
- Konzept des k-Raums
- Kohärenzpfade
- Hardwarekomponenten eines Kernspintomographen
- Quellen für eine mögliche Gefährdung von Patienten
- Einfluss der Messparameter auf das Signal-Rausch-Verhältnis
- Ursachen von Bildartefakten

Qualifikationsziele/Kompetenzen:

- Die Studierenden können die physikalischen Prinzipien von Kernspinresonanz und MR-Bildgebung erläutern.
- Sie können die Funktionsweise wichtiger Bildgebungssequenzen anhand eines Pulssequenzdiagramms erklären.
- Sie können die Ursachen wichtiger Bildstörungen erkennen.
- Sie können Vor- und Nachteile der MRT auflisten.
- Sie können die Gefahrenquellen für Patienten nennen, deren Ursachen erläutern und Strategien zur Vermeidung nennen.

Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:

- Mündliche Prüfung

Modulverantwortlicher:

- Siehe Hauptmodul

Lehrende:

- [Institut für Medizintechnik](#)
- [Prof. Dr. rer. nat. Martin Koch](#)

Literatur:

- Liang, Z.-P., Lauterbur, P. C.: Principles of Magnetic Resonance Imaging: A Signal Processing Perspective - IEEE Press, New York 2000

Sprache:

- Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig

Bemerkungen:



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Keine

Modulprüfung(en):

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

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

ME4415-KP06 - Bildgebung (BildgbKP06)		
Dauer: 1 Semester	Angebotsturnus: Jedes Wintersemester	Leistungspunkte: 6
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester: <ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Pflicht), MML/Nebenfach Bildverarbeitung, 1. Fachsemester • Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 5. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Pflicht), MML/Nebenfach Bildverarbeitung, 1. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen: <ul style="list-style-type: none"> • Siehe ME4411 T: Computertomographie (Vorlesung, 2 SWS) • Siehe ME4412 T: Magnetresonanztomographie (Vorlesung, 2 SWS) 		Arbeitsaufwand: <ul style="list-style-type: none"> • 80 Stunden Selbststudium • 70 Stunden Präsenzstudium • 30 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte: <ul style="list-style-type: none"> • siehe Beschreibung der Moduleile 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • siehe Beschreibung der Moduleile 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch: <ul style="list-style-type: none"> • Mündliche Prüfung 		
Modulverantwortlicher: <ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. rer. nat. Thorsten Buzug 		
Lehrende: <ul style="list-style-type: none"> • Institut für Medizintechnik • Prof. Dr. rer. nat. Thorsten Buzug • Prof. Dr. rer. nat. Martin Koch 		
Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • siehe Literatur der Moduleile: 		
Sprache: <ul style="list-style-type: none"> • Sowohl Deutsch- wie Englischkenntnisse nötig 		
Bemerkungen: <p>Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls: - Keine</p> <p>Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en): - Keine</p> <p>Modulprüfung(en): - ME4415-L1: Bildgebung, mündlich, 30min, 100% der Modulnote</p> <p>(Besteht aus ME4411 T, ME4412 T)</p>		

MA4661-KP08, MA4661 - Genetische Epidemiologie 2 (GenEpi2)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:	Max. Gruppengröße:
1 Semester	Jedes Sommersemester	8	20

Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:

- Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Pflicht), MML/Nebenfach Genetische Statistik, 2. Fachsemester
- Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Wahl), Mathematik, 6. Fachsemester
- Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Wahlpflicht), Mathematik, 6. Fachsemester
- Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Pflicht), MML/Nebenfach Genetische Statistik, 2. Fachsemester
- Bachelor Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2010 (Wahl), Mathematik, 6. Fachsemester
- Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2010 (Wahl), Mathematik, Beliebiges Fachsemester

Lehrveranstaltungen:

- MA4661-V: Genetische Epidemiologie 2 (Vorlesung, 2 SWS)
- MA4661-Ü: Genetische Epidemiologie 2 (Übung, 1 SWS)
- MA4661-P: Genetische Epidemiologie 2 (Praktikum, 2 SWS)

Arbeitsaufwand:

- 135 Stunden Selbststudium
- 75 Stunden Präsenzstudium
- 30 Stunden Prüfungsvorbereitung

Lehrinhalte:

- Klassische Methoden der Genetischen Epidemiologie: - Familiäre Häufung und Heritabilität - Modellbasierte Kopplungsanalysen - Modellfreie Kopplungsanalysen - Kopplungsanalysen für quantitative Phänotypen - Kopplungsanalysen für quantitative Phänotypen - Familienbasierte Assoziationstests
- Aktuelle Themen der Genetischen Epidemiologie, wie z.B. - Assoziationstests für seltene Varianten - Analyse von Omics Daten - Polygene Scores - Mendelsche Randomisierung
- Analyse genetischer Daten mit speziellen Softwarepaketen (wie z.B. PLINK und MERLIN): - Genomweite Assoziationsstudien - Familienstudien (Kopplungs- und Assoziationsanalysen)

Qualifikationsziele/Kompetenzen:

- Die Studierenden können die wichtigsten Verfahren für Kopplungs- und Assoziationsanalysen in Familienstudien nennen und beschreiben.
- Sie kennen aktuelle Analysemethoden in der Genetischen Epidemiologie.
- Sie können elementare Tests von Hand durchführen und die Ergebnisse interpretieren.
- Sie können Software für komplexere Testverfahren anwenden und die Ergebnisse interpretieren.

Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:

- Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten

Voraussetzung für:

- Seminar Genetische Epidemiologie (MA5129-KP04, MA5129)

Setzt voraus:

- Biostatistik 2 (MA2600-KP07)
- Biostatistik 1 (MA1600-KP04, MA1600, MA1600-MML)
- Genetische Epidemiologie 1 (MA3200-KP04, MA3200)

Modulverantwortlicher:

- Prof. Dr. rer. nat. Silke Szymczak

Lehrende:

- [Institut für Medizinische Biometrie und Statistik](#)
- Prof. Dr. rer. nat. Silke Szymczak
- MitarbeiterInnen des Instituts

Literatur:

- Ziegler, Andreas; König Inke R (2010): A Statistical Approach to Genetic Epidemiology. Concepts and Applications - 2nd ed., Wiley-VCH: Weinheim
- Bickeböller, Heike; Fischer, Christine (2007): Einführung in die Genetische Epidemiologie - Springer: New York
- Aktuelle Übersichtsartikel: (werden in der Vorlesung bekannt gegeben)

Sprache:

- Wird nur auf Deutsch angeboten

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

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

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

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

Modulprüfung(en):

- MA4661-L1: Genetische Epidemiologie 2, Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min), 100% der Modulnote
- MA4661-L2: Praktikum Genetische Epidemiologie 2, unbenotetes Praktikum, 0 % der Modulnote, muss bestanden sein

(Anteil Institut für Medizinische Biometrie und Statistik an V ist 100%)

(Anteil Institut für Medizinische Biometrie und Statistik an Ü ist 100%)

(Anteil Institut für Medizinische Biometrie und Statistik an P ist 100%)

MA5129-KP04, MA5129 - Seminar Genetische Epidemiologie (SemGenEpi)

Dauer: 1 Semester	Angebotsturnus: Jedes Wintersemester	Leistungspunkte: 4 (Typ B)
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Pflicht), MML/Nebenfach Genetische Statistik, 3. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Pflicht), MML/Nebenfach Genetische Statistik, 3. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2010 (Wahl), Mathematik, 3. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2010 (Pflicht), MML/Biostatistik, 3. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:	Arbeitsaufwand:	
<ul style="list-style-type: none"> • MA5129-S: Seminar Genetische Epidemiologie (Seminar, 2 SWS) 	<ul style="list-style-type: none"> • 90 Stunden Bearbeitung eines individuellen Themas inkl. Vortrag und schriftl. Ausarbeitung • 30 Stunden Präsenzstudium 	
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Einarbeitung in aktuelle Themen der genetischen Epidemiologie, typischerweise anhand einer aktuellen wissenschaftlichen Publikation in schriftlicher Form und als Präsentation 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden haben die Methodenkompetenz, ein wissenschaftliches Thema gründlich aufzuarbeiten und in den wissenschaftlichen Zusammenhang zu stellen. • Sie sind in der Lage, ihre Aufarbeitung verständlich in Schriftform darzustellen. • Sie haben die Kommunikationskompetenz, ein wissenschaftlich komplexes Gebiet überblicksartig und zusammenhängend in einem Vortrag darzustellen. • Sie haben die Kommunikationskompetenz, an wissenschaftlichen Diskussionen aktiv teilzunehmen. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Vortrag und schriftliche Ausarbeitung 		
Setzt voraus:		
<ul style="list-style-type: none"> • Genetische Epidemiologie 2 (MA4661-KP08, MA4661) • Genetische Epidemiologie 1 (MA3200-KP04, MA3200) 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. rer. nat. Silke Szymczak 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Medizinische Biometrie und Statistik • Prof. Dr. rer. nat. Silke Szymczak 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Englisch, außer bei nur deutschsprachigen Teilnehmern 		
Bemerkungen:		
<p>Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Keine (die Kompetenzen der unter Setzt voraus genannten Module werden für dieses Modul benötigt, sind aber keine formale Voraussetzung) <p>Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Prüfungsvorleistungen können zu Beginn des Semesters festgelegt werden. Sind Vorleistungen definiert, müssen diese vor der Erstprüfung erbracht und positiv bewertet worden sein. <p>Modulprüfung(en):</p> <ul style="list-style-type: none"> - MA5129-L1: Seminar Genetische Epidemiologie, unbenotetes Seminar, 0% der Modulnote, muss bestanden sein <p>Spezialliteratur wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.</p>		



MZ4010-KP04, MZ4010 - Klinische Epidemiologie (KlinEpi)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Jedes Wintersemester	4
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Pflicht), MML/Nebenfach Genetische Statistik, 3. Fachsemester • Bachelor Medizinische Informatik 2019 (Wahlpflicht), Medizinische Informatik, 4. bis 6. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Pflicht), MML/Nebenfach Genetische Statistik, 3. Fachsemester • Bachelor Medizinische Informatik 2014 (Pflicht), Medizinische Informatik, 5. Fachsemester • Bachelor Medizinische Informatik 2011 (Pflicht), Medizinische Informatik, 3. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2010 (Pflicht), MML/Biostatistik, 1. Fachsemester • Master Informatik 2012 (Pflicht), Anwendungsfach Medizinische Informatik, 3. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • MZ4010-V: Klinische Epidemiologie (Vorlesung, 2 SWS) • MZ4010-Ü: Klinische Epidemiologie (Übung, 1 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 55 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung • 45 Stunden Präsenzstudium • 20 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Epidemiologie • Diagnose • Häufigkeitsmaße • Register und Datenquellen • Geographische Epidemiologie • Studiendesigns (randomisierte kontrollierte Studie, Kohortenstudie, Fall-Kontrollstudie, Querschnittstudie) • Effektmaße • Kausalität • Zufall, Bias und Confounding • Fehlerkontrolle • Ausbruchsgeschehen 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können die Begriffe Krankheitsregister, Inzidenz, Prävalenz, Mortalität, Letalität, Standardisierung erläutern. • Sie können epidemiologische Maßzahlen erläutern und interpretieren. • Sie können beurteilen, für welche spezifische Fragestellung welches Studiendesign als adäquat anzusehen ist. • Sie können beurteilen, ob die angewandte Studienmethodik zu zuverlässigen oder zu verzerrten Ergebnissen führt. • Sie können Kausalschlüsse im Kontext verschiedener Studientypen bewerten. • Sie sind in der Lage Daten, Ergebnisse, Methoden epidemiologischer Forschung und wissenschaftliche Originalarbeiten im Kontext von Medizin und Epidemiologie zu bewerten. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Klausur 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. med. Alexander Katalinic 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Sozialmedizin und Epidemiologie • Prof. Dr. med. Alexander Katalinic • MitarbeiterInnen des Instituts 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • L. Gordis: Epidemiologie - Verlag im Kilian 2008 • alternativ: L. Gordis: Epidemiology - Oxford: Elsevier; 5th edition 2013 • R. H. Fletcher, S. W. Fletcher: Klinische Epidemiologie - Grundlagen und Anwendung - Huber 2007 		
Sprache:		



- Wird nur auf Deutsch angeboten

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Keine

Modulprüfung(en):

- MZ4010-L1, Klinische Epidemiologie, Klausur, 90 min, 100% der Modulnote

MZ4373-KP03, MZ4373 - Humangenetik (HumGen)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Jedes Wintersemester	3
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Pflicht), MML/Nebenfach Genetische Statistik, 1. Fachsemester • Master Medizinische Informatik 2019 (Wahlpflicht), Bioinformatik, 1. oder 2. Fachsemester • Master Medizinische Informatik 2014 (Wahlpflicht), Bioinformatik, 1. oder 2. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Pflicht), MML/Nebenfach Genetische Statistik, 1. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2010 (Pflicht), MML/Biostatistik, 1. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2010 (Wahl), Mathematik, Beliebige Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • MZ4373-V: Humangenetik für MML (Vorlesung, 2 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 40 Stunden Selbststudium • 30 Stunden Präsenzstudium • 20 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Das Humane Genom • Erbgänge und Mitochondriengenetik • Mutationen und pathogene Varianten, Nachweis und Nomenklatur • Polymorphismen, SNPs und Populationsgenetik • Repetitive Sequenzen und Strukturvarianten • Genetische Kopplung: Rekombination, Haplotypen, IDB, LD, ... • Epigenetik • Datenbanken • Sequenzanalyse • 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können die Grundlagen der Vererbung, den Aufbau des humanen Genoms, die Bedeutung von Sequenzvariationen und deren Anwendung in der medizinischen Biometrie erläutern. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Klausur 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. rer. nat. Martin Kircher 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Humangenetik • Prof. Dr. rer. nat. Martin Kircher • Dr. Andreas Dalski • MitarbeiterInnen des Instituts 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • Tom Strachan & Andrew P. Read: Molekulare Humangenetik - 3. Auflage (2005) 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Deutsch oder Englisch 		
Bemerkungen:		



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Keine

Modulprüfung(en):

- MZ4373-L1: Humangenetik, Klausur, 90 min, 100% der Modulnote

MZ4374-KP03, MZ4374 - Molekulare Humangenetik (MolHumGen)

Dauer: 1 Semester	Angebotsturnus: Jedes Wintersemester	Leistungspunkte: 3 (Typ B)
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester: <ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Pflicht), MML/Nebenfach Genetische Statistik, 1. Fachsemester • Master Medizinische Informatik 2019 (Wahlpflicht), Bioinformatik, 1. oder 2. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Pflicht), MML/Nebenfach Genetische Statistik, 1. Fachsemester • Master Medizinische Informatik 2014 (Wahlpflicht), Bioinformatik, 1. oder 2. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2010 (Pflicht), MML/Biostatistik, 1. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen: <ul style="list-style-type: none"> • MZ4374-P: Molekulare Humangenetik (Praktikum, 2 SWS) 		Arbeitsaufwand: <ul style="list-style-type: none"> • 60 Stunden Selbststudium • 30 Stunden Präsenzstudium
Lehrinhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Laborsicherheit • Isolierung von Nukleinsäuren • Aufreinigung und Auftrennung von Nukleinsäuren • Amplifikation von Nukleinsäuren (PCR) • Restriktion von Nukleinsäuren • Stammbaumanalysen • Datenbankrecherchen 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden erlernen die Grundlagen von Laborarbeiten mit molekulargenetischer Fragestellung. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch: <ul style="list-style-type: none"> • Regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme am Praktikum, mind. 80% 		
Setzt voraus: <ul style="list-style-type: none"> • Humangenetik (MZ4373-KP03, MZ4373) 		
Modulverantwortlicher: <ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. rer. nat. Martin Kircher 		
Lehrende: <ul style="list-style-type: none"> • Institut für Humangenetik • Prof. Dr. rer. nat. Martin Kircher • Dr. Andreas Dalski 		
Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • Kurs-Skript: - 		
Sprache: <ul style="list-style-type: none"> • Wird nur auf Deutsch angeboten 		
Bemerkungen: <p>Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Keine (die Kompetenzen der unter Setzt voraus genannten Module werden für dieses Modul benötigt, sind aber keine formale Voraussetzung) <p>Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme am Praktikum, mind. 80% <p>Modulprüfung(en):</p>		



- MZ4374-L1: Molekulare Humangenetik, unbenotetes Praktikum, 0% der Modulnote, muss bestanden sein

MA3111-KP07 - Numerik (NumKP07)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Jedes Wintersemester	7
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Pflicht), Vertiefung Mathematik für Nichtkonsekutiv-Studierende, 1., 2. oder 3. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Pflicht), Vertiefung Mathematik für Nichtkonsekutiv-Studierende, 1., 2. oder 3. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • MA3110-V: Numerik 1 (Vorlesung, 2 SWS) • MA3110-Ü: Numerik 1 (Übung, 2 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 100 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung • 60 Stunden Präsenzstudium • 30 Stunden Zusätzliches Selbststudium MML • 20 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Rundungsfehler und Kondition • Direkte Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme • LR-Zerlegung • Störungstheorie • Cholesky-Zerlegung • QR-Zerlegung, Ausgleichsprobleme 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Grundlegendes Verständnis numerischer Aufgabenstellungen • Beherrschung der modernen Programmiersprache MATLAB • Erfahrung in der praktischen Umsetzung theoretischer Algorithmen • Beurteilungsvermögen für die Güte eines Verfahrens (Genauigkeit, Stabilität, Komplexität) 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Klausur 		
Setzt voraus:		
<ul style="list-style-type: none"> • Lineare Algebra und Diskrete Strukturen 2 (MA1500-KP08, MA1500) • Lineare Algebra und Diskrete Strukturen 1 (MA1000-KP08, MA1000) • Analysis 2 (MA2500-KP09) • Analysis 1 (MA2000-KP08, MA2000) 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. rer. nat. Andreas Rößler 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Mathematik • Prof. Dr. rer. nat. Andreas Rößler 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • W. Dahmen, A. Reusken: Numerische Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler - 2. Auflage, Springer (2008) • P. Deuffhard, A. Hohmann: Numerische Mathematik I - 4. Auflage, De Gruyter (2008) • P. Deuffhard, F. Bornemann: Numerische Mathematik II - 4. Auflage, De Gruyter (2013) • M. Hanke-Bourgeois: Grundlagen der Numerischen Mathematik und des Wissenschaftlichen Rechnens - 3. Auflage, Teubner (2009) • H. R. Schwarz, N. Köckler: Numerische Mathematik - 8. Auflage, Teubner (2011) • J. Stoer: Numerische Mathematik I - 10. Auflage, Springer (2007) • J. Stoer, R. Bulirsch: Numerische Mathematik II - 6. Auflage, Springer (2011) • A. M. Quarteroni, R. Sacco, F. Salieri: Numerical Mathematics - 2. Auflage, Springer (2007) 		
Sprache:		
<ul style="list-style-type: none"> • Wird nur auf Deutsch angeboten 		



Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

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

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modulprüfung(en):

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

Modulprüfung(en):

- MA3111-L1: Numerik, Klausur, 90 min, 100% der Modulnote

MA4021-KP07 - Stochastik (StochKP07)		
Dauer: 1 Semester	Angebotsturnus: Jedes Wintersemester	Leistungspunkte: 7
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester: <ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Pflicht), Vertiefung Mathematik für Nichtkonsekutiv-Studierende, 1., 2. oder 3. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen: <ul style="list-style-type: none"> • MA4021-V: Stochastik (Vorlesung, 3 SWS) • MA4021-Ü: Stochastik (Übung, 2 SWS) 		Arbeitsaufwand: <ul style="list-style-type: none"> • 115 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung • 75 Stunden Präsenzstudium • 20 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Lebesgue- und Riemann-Integral • Transformation von Maßen und Integralen • Produktmaße und Satz von Fubini • Momente und Abhängigkeitsmaße • normalverteilte Zufallsvektoren und Verteilungen mit enger Verbindung zur Normalverteilung • charakteristische Funktionen • bedingte Erwartungen • grundlegende Ideen der Informationstheorie 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Studierende erlangen Einsichten in grundlegende stochastische Strukturen • Sie beherrschen stochastik-relevante Techniken der Integration • Sie können mit (insbesondere normalverteilten) Zufallsvektoren und deren Verteilung umgehen • Sie erlangen ein grundlegendes Verständnis für informationstheoretische Ansätze • Sie können komplexe stochastische Problemstellungen formalisieren 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch: <ul style="list-style-type: none"> • Klausur 		
Setzt voraus: <ul style="list-style-type: none"> • Analysis 2 (MA2500-MML) 		
Modulverantwortlicher: <ul style="list-style-type: none"> • Nachfolge von Prof. Dr. rer. nat. Karsten Keller 		
Lehrende: <ul style="list-style-type: none"> • Institut für Mathematik • Nachfolge von Prof. Dr. rer. nat. Karsten Keller 		
Literatur: <ul style="list-style-type: none"> • J. Elstrodt: Maß- und Integrationstheorie - Springer • M. Fisz: Wahrscheinlichkeitsrechnung und mathematische Statistik - Deutscher Verlag der Wissenschaften 		
Sprache: <ul style="list-style-type: none"> • Wird nur auf Deutsch angeboten 		
Bemerkungen:		



Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

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

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben während des Semesters

Modulprüfung(en):

- MA4021-L1: Stochastik, Klausur, 90 min, 100 % der Modulnote

Die Vorlesung ist identisch mit der in Modul MA4020.

MA4031-KP08 - Optimierung (Vertiefung Mathematik) (OptiKP08)

Dauer:	Angebotsturnus:	Leistungspunkte:
1 Semester	Jedes Sommersemester	8
Studiengang, Fachgebiet und Fachsemester:		
<ul style="list-style-type: none"> • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2023 (Pflicht), Vertiefung Mathematik für Nichtkonsekutiv-Studierende, 1., 2. oder 3. Fachsemester • Master Mathematik in Medizin und Lebenswissenschaften 2016 (Pflicht), Vertiefung Mathematik für Nichtkonsekutiv-Studierende, 1., 2. oder 3. Fachsemester 		
Lehrveranstaltungen:		Arbeitsaufwand:
<ul style="list-style-type: none"> • MA4030-V: Optimierung (Vorlesung, 4 SWS) • MA4030-Ü: Optimierung (Übung, 2 SWS) 		<ul style="list-style-type: none"> • 130 Stunden Selbststudium und Aufgabenbearbeitung • 90 Stunden Präsenzstudium • 20 Stunden Prüfungsvorbereitung
Lehrinhalte:		
<ul style="list-style-type: none"> • Lineare Optimierung (Simplexverfahren) • Nichtlineare Optimierung ohne Nebenbedingungen (Gradientenverfahren, CG, Newtonverfahren, Quasi-Newton, Globalisierung) • Nichtlineare Optimierung mit Gleichungs- und Ungleichungsnebenbedingungen (Lagrange-Multiplikatoren, Active Set-Verfahren) • Stochastische Verfahren im maschinellen Lernen 		
Qualifikationsziele/Kompetenzen:		
<ul style="list-style-type: none"> • Studierende können reale Probleme als numerische Optimierungsprobleme modellieren. • Studierende verstehen zentrale Optimierungsstrategien. • Studierende können zentrale Optimierungsstrategien erklären. • Studierende können zentrale Optimierungsstrategien vergleichen und bewerten. • Studierende können zentrale Optimierungsstrategien numerisch umsetzen. • Studierende können numerische Ergebnisse bewerten. • Studierende können angemessene Optimierungsstrategien für praktische Aufgabenstellungen auswählen. • Fachübergreifende Aspekte: • Studierende können theoretische Konzepte in die Praxis umsetzen. • Studierende besitzen Implementierungserfahrung. • Studierende können praktische Probleme abstrahieren. 		
Vergabe von Leistungspunkten und Benotung durch:		
<ul style="list-style-type: none"> • Klausur oder mündliche Prüfung nach Maßgabe des Dozenten 		
Voraussetzung für:		
<ul style="list-style-type: none"> • Nichtglatte Optimierung und Analysis (MA5035-KP05) 		
Setzt voraus:		
<ul style="list-style-type: none"> • Lineare Algebra und Diskrete Strukturen 2 (MA1500-KP08, MA1500) • Analysis 2 (MA2500-KP09) 		
Modulverantwortlicher:		
<ul style="list-style-type: none"> • Prof. Dr. rer. nat. Jan Modersitzki 		
Lehrende:		
<ul style="list-style-type: none"> • Institut für Mathematische Methoden der Bildverarbeitung • Prof. Dr. rer. nat. Jan Lellmann • Prof. Dr. rer. nat. Jan Modersitzki 		
Literatur:		
<ul style="list-style-type: none"> • J. Nocedal, S. Wright: Numerical Optimization - Springer • F. Jarre: Optimierung - Springer • C. Geiger: Theorie und Numerik restringierter Optimierungsaufgaben - Springer 		
Sprache:		

- Wird nur auf Deutsch angeboten

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zur Belegung des Moduls:

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

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

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

Modulprüfung(en):

- MA4031-L1: Optimierung, Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min) nach Maßgabe des Dozenten, 100% der Modulnote

Variante von MA4030, MA4030-KP08 für Studierende, die quer einsteigen und im Bachelor noch keine Optimierung gehört haben.

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

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

Sprache:

- Wird nur auf Deutsch angeboten

Bemerkungen:

Zulassungsvoraussetzungen zum Modul:

- Keine

Zulassungsvoraussetzungen zur Teilnahme an Modul-Prüfung(en):

- Regelmäßige und positiv bewertete Übungsaufgaben gemäß Vorgabe am Semesteranfang

Modulprüfung(en):

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

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