



Universität Hamburg  
DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG

# Modulhandbuch Fachbereich Informatik 2024

Studiengang

Master of Science Data Science and Artificial Intelligence

Stand: 17.04.2024

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Module der Lehrereinheit Informatik</b>	<b>1</b>
	InfM-ALG – Algorithms.....	1
	InfM-ARA – Analyse randomisierter Algorithmen.....	2
	InfM-BAI – Bio-Inspired Artificial Intelligence.....	3
	InfM-BKIM – Biostatistics and Artificial Intelligence in Medicine.....	4
	InfM-CV 1 – Computer Vision I.....	5
	InfM-CV 2 – Computer Vision II.....	6
	InfM-DIS – Databases and Information Systems.....	7
	InfM-EEP – Epistemology, Ethics and Privacy.....	8
	InfM-FDA – Foundations of Data Analytics.....	9
	InfM-IR – Intelligent Robotics.....	10
	InfM-LT – Language Technology.....	11
	InfM-MA/DSAI – Abschlussmodul.....	12
	InfM-ML – Machine Learning.....	13
	InfM-NLP – Natural Language Processing and the Web.....	14
	InfM-NN – Neural Networks.....	16
	InfM-OML – Optimization for Machine Learning.....	17
	InfM-Proj/DSAI – Projekt Data Science and Artificial Intelligence.....	18
	InfM-RT – Robot Technology.....	19
	InfM-Sem/DSAI – Seminar Data Science and Artificial Intelligence.....	20
	InfM-SSV – Speech Signal Processing.....	21
	InfM-STSP – Statistical Signal Processing.....	22
	InfM-SWA – Software Architecture.....	23
	InfM-WV – Knowledge Processing.....	24
<b>2</b>	<b>Module der Lehrereinheit Biologie</b>	<b>25</b>
	BBIO-WPW-22a – Einführung in die Verhaltensökologie.....	25
	BBIO-WPW-37 – Grundlagen der numerischen Modellierung in der Biologie.....	26
	Bio-2 – Evolutionsbiologie.....	27
	i-MARSYS 1 – Introduction to Biological Oceanography and Fisheries Science.....	28
	MBIO-W-31 – Digitale Methoden der organismischen Strukturanalyse.....	29
	MBIO-W-38 – Modellierung der Vegetation im Erdsystem.....	30
	MBIO-W-49 – Interaktionen von Biota mit globalen Stoffkreisläufen von der Erdvergangenheit bis in die Zukunft.....	31
	MoPS-01 – Introduction to Molecular Plant Science.....	32
	MoPS-05 – Ethics in Biology.....	33
<b>3</b>	<b>Module der Lehrereinheit Chemie</b>	<b>34</b>
	CHE 002 A – Physikalische Chemie I: Allgemeine Einführung in die Physikalische Chemie.....	34
	CHE 008 – Einführung in die Biochemie.....	35
	CHE 015 CIS – Theoretische Chemie.....	36
	CHE 026 A – Computerchemie – Vorlesungsmodul.....	37
	CHE 070 A – Physikalische Chemie II: Einführung in die Quantenmechanik.....	38
	CHE 071 – Physikalische Chemie III: Vertiefung zentraler Themen der Physikalischen Chemie.....	39
	CHE 080 A – Allgemeine und Anorganische Chemie.....	40
	CHE 081 A – Organische Chemie.....	41
	CHE 136 – Electronic Transport in Molecules and Nanoscopic Systems.....	42
	CHE 356 – Einführung in die Medizinische Chemie.....	43
	CHE 498 A – Synthetische Zellbiologie – Vorlesungs- und Seminarmodul.....	44
	CHE-DSiC – Data Science in Chemistry.....	45
<b>4</b>	<b>Module der Lehrereinheit Erdsystemwissenschaften</b>	<b>46</b>
	GO-GEIN-G – Einführung Geophysik.....	46
	GP-M-AS-APPVOLC – Applied Volcanology.....	47
	GP-M-AS-INV – Inversion Problems.....	48
	GP-M-AS-MIG – Migration of seismic reflection data.....	49
	GP-M-AS-MLG – Machine Learning in Geophysics.....	50
	GP-M-AS-MSEM – Seminar on Machine Learning in Geophysics.....	51

GP-M-AS-SEI – Body and Surface Wave Seismology .....	52
ICSS-M-1.2-PCS – Physics of the Climate System .....	53
ICSS-M-2.1-DLAI – Dynamics of land-atmosphere interactions .....	54
ICSS-M-2.2.7 – Sea ice physics, observations and modelling.....	55
MET-KLIMA – Grundlagen Meteorologie und Klima .....	56
MET-M-ACE-AP – Atmospheric Physics .....	57
MET-M-ACE-CM – Climate Modelling.....	58
MET-M-ACE-GWL – Geophysical Wave Lab .....	59
MET-M-ACE-NP – Numerical Weather Prediction.....	60
MET-M-ADYN – Atmospheric Dynamics.....	61
MET-M-EXP-S – Experimental Meteorology.....	62
OZ-M-DL – Practical Deep Learning with Climate Data .....	63
OZ-M-IPO – Introduction to Physical Oceanography .....	64
OZ-M-MACH – Machine Learning in Climate Science.....	65
<b>5 Module der Lehrinheit Mathematik .....</b>	<b>66</b>
Ma-M-MSAT/DSAI-HDS2 – High-dimensional statistics II.....	66
Ma-M-S/DASI-MDN – Modellierung und Datenanalyse auf großen Netzwerken.....	67
Ma-M-VMMOA/DSAI-AT12 – Selected Topics in Optimization and Approximation .....	68
Ma-M-VMMOA/DSAI-AT6 – Selected Topics in Optimization and Approximation .....	69
Ma-M-VMMOA/DSAI-MOML – Mathematical Optimization in Machine Learning .....	70
Ma-M-VMMOA/DSAI-NSO – Non-smooth optimization.....	71
Ma-M-VMS/DSAI-HDS1 – High-dimensional statistics I .....	72
Ma-M-VMS/DSAI-VMS – Vertiefung Mathematische Statistik.....	73
Ma-M-WR/DSAI-MML – Mathematical Machine Learning.....	74
Ma-M-WR/DSAI-MoL – Mathematics of Learning .....	75
<b>6 Module der Lehrinheit Physik .....</b>	<b>76</b>
PHY-DAPA – Modern data challenges and algorithms in particle physics and astronomy.....	76
PHY-MV-BP-E07 – Artificial Intelligence for Biomedical Imaging .....	77
PHY-MV-LP-T14 – Quantum Metrology and Quantum Sensing.....	78

# Allgemeine Informationen

## Aufbau einer Modulbeschreibung

<b>Modultitel</b>	<b>Der Titel des Moduls</b>				
Modulnummer/-kürzel	<b>Die Nummer des Moduls, etwa InfB/InfM/ITMC-XXX</b>				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	Beispiel: Master of Science Informatik: Wahlpflicht Master of Science Intelligent Adaptive Systems: Pflicht				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Andere Module, die vor Modul-Beginn erfolgreich absolviert sein müssen, d.h., deren Prüfung bestanden wurde. Angabe "keine", wenn es keine verbindlichen Voraussetzungen gibt.				
	Empfohlen: Vorausgesetzte Inhalte, die vor einer Teilnahme jedoch nicht nachgewiesen werden müssen. Angabe "keine", wenn es keine empfohlenen Voraussetzungen gibt.				
Modulverantwortliche(r)	In der Regel eine Professur				
Lehrende	In der Regel der/die Modulverantwortliche, ggf. weitere Lehrende.				
Sprache	Beispiel: Deutsch mit deutsch- und englischsprachigem Lehrmaterial oder Englisch mit englischsprachigem Lehrmaterial. In Mastermodulen kann Deutsch für Unterrichtssprache und Material jeweils Deutsch und/oder Englisch verwendet werden. Bachelor-Studiengänge müssen auf Deutsch studierbar sein, d.h. Pflichtmodule sowie ausreichend viele Wahlpflichtmodule je Studiengang müssen auf Deutsch angeboten werden.				
Qualifikationsziele	Leitfrage einer kompetenzorientierten Formulierung von Qualifikationszielen: Welche Qualifikationsziele haben die Studierenden nach erfolgreichem Abschluss des Moduls erreicht? Beispiel: Die Studierenden können Systeme entwerfen und validieren, sie beherrschen den Umgang mit einer Modellierungsmethode, sie erweitern durch praktische Arbeit ihre Fähigkeit, Probleme einer bestimmten Klassen zu erfassen und geeignete Lösungsverfahren auszuwählen...				
Inhalt	Leitfrage der Benennung vom Inhalten: Welche fachlichen, methodischen, fachpraktischen und fächerübergreifenden Inhalte sollen vermittelt werden, damit die Modulziele erreicht werden?				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Beispiel: Vorlesung Veranstaltung 1			2 SWS	
	Beispiel: Übungen Veranstaltung 2			2 SWS	
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung Veranstaltung 1	3	28	42	20
	Übung Veranstaltung 2	3	28	42	20
	Summe	6	56	84	40
	Verteilung des Zeitaufwandes in Stunden (30h je LP) auf Präsenzzeit (P), Selbststudium (S) und Prüfungsvorbereitung (PV). Die Zahl der Präsenzstunden folgt i.d.R. aus der Zahl der Semesterwochenstunden mal 14 Wochen.				
Studien-/Prüfungsleistungen	Beispiel: Studienleistungen: Regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an Seminar/Übungen. Die Teilnahme an Seminaren gilt grundsätzlich als erfolgreich, wenn das Thema verstanden, angemessen als Vortrag aufgearbeitet und schriftlich in einer Ausarbeitung dokumentiert wurde; die Teilnahme an Übungen gilt grundsätzlich als erfolgreich, wenn alle Aufgaben bearbeitet und mindestens 50 % richtig gelöst wurden; im Falle abweichender Kriterien müssen diese vor der Anmeldung zum Modul bekannt gegeben werden.				
	Beispiel: Prüfungsleistungen: Gemeinsame Modulprüfung für alle Lehrveranstaltungen des Moduls; i.d.R. mündlich und in der Unterrichtssprache. Abweichend ist eine schriftliche Prüfung (Klausur) möglich, die Prüfungsart wird vor der Anmeldung zum Modul bekannt gegeben.				
	Die Prüfungsleistung dieses Moduls wird differenziert benotet.				
Dauer	1 Semester				
Angebot	Angabe des Semesters, in dem das Angebot erfolgt.				
Literatur					

## Legende

LP = Leistungspunkte

SWS = Semesterwochenstunden

P (Std) = Präsenzzeit (Stunden)

S (Std) = Selbststudium (Stunden)

PV (Std) = Prüfungsvorbereitung (Stunden)

Prak = Praktikum

Proj = Projekt

Sem = (integriertes) Seminar

Ü = Übung / Int.Ü = integrierte Übung

VL = Vorlesung

FSB = Fachspezifische Bestimmungen des betreffenden Studiengangs

# 1 Module der Lehreinheit Informatik

<b>Modultitel</b>	<b>Algorithms</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>InfM-ALG</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	<p>M.Sc. Informatik: Wahlpflichtbereich Allgemein und Wahlpflichtbereich Theorie / Schwerpunkt Theoretische Informatik: Pflicht für Schwerpunkt</p> <p>M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Wahlpflichtbereich Fundamentals of Data Science and Artificial Intelligence und Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Informatics</p> <p>M.Sc. Wirtschaftsinformatik: Wahlpflichtbereich</p> <p>M.Sc. Bioinformatik: Wahlpflichtbereichmodule Informatik und Wahlpflichtbereichmodule Lebenswissenschaften, Informatik und Bioinformatik</p> <p>M.Sc. Bioinformatik: Angleichungs-/Übergangsmodule</p>				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Verbindlich: Kenntnisse von Algorithmen und Datenstrukturen sowie grundlegende Kenntnisse zu den formalen Grundlagen der Informatik</p> <p>Empfohlen: keine</p>				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Rarey				
<b>Lehrende</b>	Rarey, Berenbrink, N.N.				
<b>Sprache</b>	Englisch mit englischsprachigem Lehrmaterial oder Deutsch mit deutsch- oder englischsprachigem Lehrmaterial				
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden besitzen vertiefende Kenntnisse weiterführender Algorithmen und Datenstrukturen sowie Methoden zu deren Effizienzanalyse. Sie haben Problemlösungskompetenz für formalisierbare, schwierige Probleme überwiegend kombinatorischer Natur entwickelt. Darüber hinaus haben die Studierenden die Fähigkeit erlangt, Algorithmen für spezielle Probleme selbst zu entwickeln und diese bzgl. ihrer Problemadäquatheit zu evaluieren.				
<b>Inhalt</b>	<p>Aufbauend auf den Kenntnissen zu den formalen Grundlagen der Informatik, speziell zu Algorithmen und Datenstrukturen, werden weiterführende Algorithmen und die zugrundeliegenden Analysetechniken präsentiert. Die behandelten Algorithmen stammen vorwiegend aus den folgenden Bereichen:</p> <p>Graphalgorithmen (Wegeprobleme, Flüsse, Schnitte, Matching), effiziente Datenstrukturen (selbst-organisierende Bäume, Heap-Strukturen), Algorithmen für numerische Probleme (Matrixmultiplikation, Lineare und Ganzzahlige Programmierung), algorithmische Geometrie (Schnittprobleme, Hüllen, Distanzprobleme, Triangulierung)</p>				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Vorlesung Algorithms			4 SWS	
	Übungen Algorithms			2 SWS	
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung Algorithms	6	56	84	40
	Übungen Algorithms	3	28	42	20
	Gesamt	9	84	126	60
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: Regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen; die Teilnahme an den Übungen gilt grundsätzlich als erfolgreich, wenn alle Aufgaben bearbeitet und mindestens 50 % richtig gelöst wurden; im Falle abweichender Kriterien müssen diese vor der Anmeldung zum Modul bekannt gegeben werden				
	Prüfungsleistungen: Gemeinsame Modulprüfung für alle Lehrveranstaltungen des Moduls; i.d.R. schriftlich (Klausur) und in der Unterrichtssprache. Abweichend ist eine mündliche Prüfung möglich, die Prüfungsart wird vor der Anmeldung zum Modul bekannt gegeben.				
	Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Wintersemester, jährlich				
<b>Literatur</b>	Cormen, Thomas H. et al.: Introduction to Algorithms. The MIT Press. Weitere Literatur wird zu Veranstaltungsbeginn bekanntgegeben.				

<b>Modultitel</b>	<b>Analyse randomisierter Algorithmen</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>InfM-ARA</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Informatik: Wahlpflichtbereich Allgemein und Wahlpflichtbereich Theorie / Schwerpunkt Theoretische Informatik: Pflicht für Schwerpunkt M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Informatics M.Sc. Wirtschaftsinformatik: Wahlpflichtbereich und Spezialisierung Computational Logistics				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: Kenntnisse im Bereich Algorithmik und Mathematik				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Berenbrink				
<b>Lehrende</b>	Berenbrink, N.N.				
<b>Sprache</b>	Englisch mit englischsprachigem Lehrmaterial oder Deutsch mit deutsch- und/oder englischsprachigem Lehrmaterial				
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden kennen Grundlagen, die zum Analysieren randomisierter Algorithmen und Systeme notwendig sind. Sie können diese Grundlagen bei der Analyse randomisierter Algorithmen einsetzen.				
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Stochastik</li> <li>• Modelle randomisierter Algorithmen</li> <li>• Tail Estimates</li> <li>• Martingale</li> <li>• Markov-Prozesse</li> <li>• Random Walks</li> <li>• Analyse randomisierter Algorithmen aus den verschiedensten Anwendungsbereichen</li> </ul>				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Vorlesung mit integrierter Übung Randomisierte Algorithmen			4 SWS	
	Seminar Randomisierte Algorithmen			2 SWS	
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung mit integrierter Übung Randomisierte Algorithmen	6	56	84	40
	Seminar Randomisierte Algorithmen	3	28	42	20
	Gesamt	9	84	126	60
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	<p>Studienleistungen: Regelmäßige, aktive und erfolgreiche Teilnahme an der Vorlesung und dem Seminar. Die Vorlesung enthält einen Übungsanteil, in dem von den Studierenden erarbeitete Übungsaufgaben vorgestellt werden, um den Vorlesungsstoff zu vertiefen. Die Teilnahme an einem Seminar gilt grundsätzlich als erfolgreich, wenn das zugeordnete Themenfeld verstanden, angemessen präsentiert und gegebenenfalls angemessen schriftlich aufgearbeitet wurde; im Falle abweichender Kriterien müssen diese vor der Anmeldung zum Modul bekannt gegeben werden.</p> <p>Prüfungsleistungen: Gemeinsame Modulprüfung für alle Lehrveranstaltungen des Moduls; i.d.R. mündlich und in der Unterrichtssprache. Abweichend ist eine schriftliche Prüfung (Klausur) möglich, die Prüfungsart wird vor der Anmeldung zum Modul bekannt gegeben.</p> <p>Die Modulprüfung wird differenziert benotet.</p>				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Wintersemester, jährlich				
<b>Literatur</b>	Randomized Algorithms by Rajeev Motwani and Prabhakar Raghavan Probability and Computing: Randomized Algorithms and Probabilistic Analysis by Michael Mitzenmacher and Eli Upfal Concentration of Measure for the Analysis of Randomized Algorithms by Devdatt P. Dubhashi and Alessandro Panconesi				

<b>Modultitel</b>	<b>Bio-Inspired Artificial Intelligence</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>InfM-BAI</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Informatik: Vertiefung / Schwerpunkt Data Science: Auswahl M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Vertiefung Advanced Topics in Data Science and Artificial Intelligence und Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Informatics M.Sc. Bioinformatik: Wahlpflichtbereichmodule Informatik und Wahlpflichtbereichmodule Lebenswissenschaften, Informatik und Bioinformatik M.Sc. Intelligent Adaptive Systems: Pflichtbereichmodule (Required modules)				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Wermter				
<b>Lehrende</b>	Wermter, N.N.				
<b>Sprache</b>	Englisch mit englischsprachigem Lehrmaterial				
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden sind vertraut mit der wissenschaftlichen Untersuchung und Nutzbarmachung von intelligentem Verhalten in der Natur: Sie kennen Prinzipien biologischer, intelligenter Strategien. Sie sind in der Lage zur kritischen Analyse der relevanten Charakteristiken und zur Umsetzung in Computermodelle für intelligente Systeme und Roboter.				
<b>Inhalt</b>	In diesem Modul beschäftigen wir uns mit Verfahren der künstlichen Intelligenz, die angelehnt sind an biologische oder menschliche Fähigkeiten und wollen so an die interdisziplinäre Forschung heranführen. Im Seminar werden Modelle aus der aktuellen Forschung evaluiert und zu den Vorlesungsinhalten in Beziehung gesetzt. Die wechselnden Themen im Seminar werden vor Beginn eines Masterjahrgangs festgelegt; hierdurch kann wechselnder Nachfrage und aktuellen Forschungsrichtungen Rechnung getragen werden. Inhaltliche Schwerpunkte sind fortgeschrittene Methoden für bioinspirierte intelligente Systeme: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zelluläre Systeme und spikende neuronale Systeme</li> <li>• Bioinspirierte Bild- und Sprachverarbeitung</li> <li>• Evolutionäre Systeme und bioinspirierte Roboter</li> <li>• Kommunikationsbasierte Kooperation und Mensch-Roboter Interaktion</li> </ul>				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Vorlesung Bio-inspired Artificial Intelligence			2 SWS	
	Seminar Bio-inspired Artificial Intelligence			2 SWS	
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung Bio-inspired Artificial Intelligence	3	28	42	20
	Seminar Bio-inspired Artificial Intelligence	3	28	42	20
	Gesamt	6	56	84	40
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: Regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme am Seminar; die Teilnahme am Seminar gilt grundsätzlich als erfolgreich, wenn das zugeordnete Themenfeld verstanden, angemessen präsentiert oder praktisch demonstriert und ggf. angemessen schriftlich aufgearbeitet wurde; im Falle abweichender Kriterien müssen diese vor der Anmeldung zum Modul bekannt gemacht werden. Prüfungsleistungen: Gemeinsame Modulprüfung für alle Lehrveranstaltungen des Moduls; i.d.R. mündlich und in der Unterrichtssprache. Abweichend ist eine schriftliche Prüfung (Klausur) möglich, die Prüfungsart wird vor der Anmeldung zum Modul bekannt gegeben. Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Wintersemester, jährlich				
<b>Literatur</b>	Floreano, D., Mattiussi, C., Bio-inspired Artificial Intelligence: Theories, Methods, and Technologies. MIT Press, 2008. Eberhart, R.C., Shi, Y., Computational Intelligence: Concepts to Implementations. Elsevier/Morgan Kaufmann, 2007.				

Modultitel	<b>Biostatistics and Artificial Intelligence in Medicine</b>				
Modulnummer/-kürzel	<b>InfM-BKIM</b>				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	M.Sc. Informatik: Vertiefung M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Vertiefung Advanced Topics in Data Science and Artificial Intelligence und Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Informatics				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine				
	Empfohlen: Programmiererfahrung in Python, Grundlagen der (deskriptiven) Statistik				
Modulverantwortliche(r)	Baumbach				
Lehrende	Baumbach, N.N.				
Sprache	Deutsch mit deutsch- und gegebenenfalls englischsprachigem Lehrmaterial oder Englisch mit englischsprachigem Lehrmaterial				
Qualifikationsziele	Die Studierenden können OMICS-Daten (Genomik, Transcriptomik, Proteomik, Metabolomik) deskriptiv analysieren und phänotypische Signaturen (komplexe Biomarker für Krankheiten oder zelluläre Entwicklungen) extrahieren. Die Studierenden kennen Methoden der künstlichen Intelligenz bzw. des maschinellen Lernens insbesondere im Hinblick auf die gleichzeitige Wahrung des Datenschutzes und der Privatsphäre bzgl. Patientendaten. Die Studierenden können die Qualität der von ihren Computer-Programmen erlernten KI/ML-Modelle beurteilen und erkennen deren grundlegende Beschränkungen. Die Studierenden haben die Fähigkeit zu erkennen, ob und wie die fortgeschrittenen Verfahren der Medizin-Daten-Analyse für ähnliche Probleme angewendet werden können. Sie besitzen die Fähigkeit, ausgewählte Werkzeuge der KI/ML erfolgreich in einer Programmiersprache zu implementieren, und diese so anzupassen, dass eine KI/ML-Methode entsteht, die "by design" den Datenschutz sowie den Schutz der Privatsphäre von Menschen maximal schützt.				
Inhalt	Es werden fortgeschrittene Probleme der Analyse überwiegend molekularbiologischer Daten speziell aus der Medizin und computergestützter Methoden zu ihrer Lösung betrachtet. Motiviert durch medizinische Fragestellungen werden insbesondere Verfahren zur Extraktion von komplexen Biomarkern aus großen Mengen von medizinischen Daten vorgestellt. Dabei spielen neben Effizienzaspekten bzgl. Vorhersagekraft der maschinellen Vorhersagemodelle auch der Datenschutz und die Privatsphäre der Datenspende(r) (also der Patienten) eine vordergründige Rolle. Das Modul gliedert sich wie folgt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kurze Einführung in die molekulare Biomedizin (Genetik und OMICS-Daten),</li> <li>• Weiterführende Biostatistik,</li> <li>• Maschinelles Lernen und künstliche Intelligenz,</li> <li>• Entwicklung von Software zum förderierten Training von Biomarker-Vorhersagemodellen unter gleichzeitiger Berücksichtigung des Datenschutzes.</li> </ul>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Vorlesung Biostatistics and Artificial Intelligence in Medicine			2 SWS	
	Übungen Biostatistics and Artificial Intelligence in Medicine			2 SWS	
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung Biostatistics and Artificial Intelligence in Medicine	3	28	42	20
	Übungen Biostatistics and Artificial Intelligence in Medicine	3	28	42	20
	Gesamt	6	56	84	40
Studien-/Prüfungsleistungen	Studienleistungen: Regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an Übungen; die Teilnahme gilt als erfolgreich, wenn mindestens einmal in den praktischen Übungen eine Lösung vorgestellt wurde sowie eine Lösung für die die gesamte Vorlesungsphase begleitende Übung erfolgreich präsentiert wurde.				
	Prüfungsleistungen: Die Modulprüfung findet in Form eines Referats mit einer schriftlichen Ausarbeitung in der Unterrichtssprache (eine Gesamtnote) statt. Abweichungen werden vor der Anmeldung zum Modul bekannt geben.				
	Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
Dauer	1 Semester				
Angebot	Wintersemester, unregelmäßig				
Literatur					

<b>Modultitel</b>	<b>Computer Vision I</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>InfM-CV 1</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Informatik: Vertiefung / Schwerpunkt Human-Computer-Interaction: Auswahl M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Vertiefung Advanced Topics in Data Science and Artificial Intelligence und Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Informatics M.Sc. Bioinformatik: Wahlpflichtbereichmodule Informatik und Wahlpflichtbereichmodule Lebenswissenschaften, Informatik und Bioinformatik M.Sc. Intelligent Adaptive Systems: Wahlpflichtbereichmodule (Required Elective Modules)				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Frintrop				
<b>Lehrende</b>	Frintrop, N.N.				
<b>Sprache</b>	Englisch mit englischsprachigem Lehrmaterial				
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden kennen die Grundlagen der digitalen Bildverarbeitung und Computer Vision und haben ihr Wissen in begleitenden Übungen gefestigt.				
<b>Inhalt</b>	Inhaltliche Schwerpunkte sind: Bildverarbeitungsgrundlagen (Digitale Filter, Glättung, Kantendetektion), Merkmalsextraction (DOG, SIFT, HOG) und Objekterkennung mit Merkmalen, Bildsegmentierung und Superpixelmethoden sowie Objektklassifikation mit Hilfe maschineller Lernverfahren, insbesondere Deep Learning.				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Vorlesung Computer Vision I			2 SWS	
	Übungen Computer Vision I			2 SWS	
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung Computer Vision I	3	28	42	20
	Übungen Computer Vision I	3	28	42	20
	Gesamt	6	56	84	40
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: Regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Die Teilnahme an den Übungen gilt grundsätzlich als erfolgreich, wenn alle Aufgaben bearbeitet und mindestens 50 % richtig gelöst wurden; im Falle abweichender Kriterien müssen diese vor der Anmeldung zum Modul bekannt gegeben werden.				
	Prüfungsleistungen: Gemeinsame Modulprüfung für alle Lehrveranstaltungen des Moduls; in der Regel schriftlich (Klausur) und in der Unterrichtssprache. Abweichend ist eine mündliche Prüfung möglich, die Prüfungsart wird vor der Anmeldung zum Modul bekannt gegeben.				
	Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Wintersemester, jährlich				
<b>Literatur</b>					

<b>Modultitel</b>	<b>Computer Vision II</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>InfM-CV 2</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Informatik: Vertiefung M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Vertiefung Advanced Topics in Data Science and Artificial Intelligence und Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Informatics M.Sc. Intelligent Adaptive Systems: Wahlpflichtbereich module (Required Elective Modules)				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: Modul Computer Vision I (InfM-CV 1)				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Frintrop				
<b>Lehrende</b>	Frintrop, N.N.				
<b>Sprache</b>	Englisch mit englischsprachigem Lehrmaterial				
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden besitzen vertiefte Kenntnisse in aktuellen Forschungsthemen der Bildverarbeitung und sind in der Lage, diese Kenntnisse auf eigene Fragestellungen in diesem Forschungsgebiet selbstständig anzuwenden.				
<b>Inhalt</b>	In dieser Veranstaltung werden einige aktuelle Forschungsthemen der Bildverarbeitung herausgegriffen und im Detail besprochen. Themen können unter anderem sein: Visual Attention, Saliency Detection, Object Discovery, Active Vision und Convolutional Neural Networks.				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Vorlesung Computer Vision II			2 SWS	
	Übungen/Seminar Computer Vision II			2 SWS	
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung Computer Vision II	3	28	42	20
	Übungen/Seminar Computer Vision II	3	28	42	20
	<b>Gesamt</b>	<b>6</b>	<b>56</b>	<b>84</b>	<b>40</b>
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	<p>Studienleistungen: Regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an Seminar/Übungen. Die Teilnahme an Seminaren gilt grundsätzlich als erfolgreich, wenn das Thema verstanden, angemessen als Vortrag aufgearbeitet und schriftlich in einer Ausarbeitung dokumentiert wurde; die Teilnahme an Übungen gilt grundsätzlich als erfolgreich, wenn alle Aufgaben bearbeitet und mindestens 50 % richtig gelöst wurden; im Falle abweichender Kriterien müssen diese vor der Anmeldung zum Modul bekannt gegeben werden.</p> <p>Prüfungsleistungen: Gemeinsame Modulprüfung für alle Lehrveranstaltungen des Moduls; i.d.R. mündlich und in der Unterrichtssprache. Abweichend ist eine schriftliche Prüfung (Klausur) möglich, die Prüfungsart wird vor der Anmeldung zum Modul bekannt gegeben.</p> <p>Die Modulprüfung wird differenziert benotet.</p>				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Sommersemester, mind. jedes zweite Jahr				
<b>Literatur</b>					

Modultitel	<b>Databases and Information Systems</b>				
Modulnummer/-kürzel	<b>InfM-DIS</b>				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	<p>M.Sc. Informatik: Wahlpflichtbereich Allgemein / Schwerpunkt Data Science: Mind. zwei der drei Module InfM-DIS, InfM-ML, InfM-STSP</p> <p>M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Wahlpflichtbereich Fundamentals of Data Science and Artificial Intelligence und Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Informatics</p> <p>M.Sc. IT-Management und -Consulting: Wahlpflichtbereich IT-Entwicklung</p> <p>M.Sc. Wirtschaftsinformatik: Wahlpflichtbereich und Spezialisierung Entwicklung und Management von Informationssystemen</p> <p>M.Sc. Bioinformatik: Wahlpflichtbereichmodule Informatik und Wahlpflichtbereichmodule Lebenswissenschaften, Informatik und Bioinformatik</p> <p>M.Sc. Intelligent Adaptive Systems: Wahlpflichtbereichmodule (Required Elective Modules)</p>				
Voraussetzungen für die Teilnahme	<p>Verbindlich: keine</p> <p>Empfohlen: Vertiefte Kenntnisse des relationalen Datenbankmodells (ER-Modellierung, Normalisierung, Relationenalgebra, SQL); Grundkenntnisse in der Verwaltung semistrukturierter Daten (XML, XML-Schema, XML-Anfragesprachen); Grundkenntnisse der formalen Logik (Hornklausel-Logik, Prädikatenkalkül)</p>				
Modulverantwortliche(r)	Professur Data Engineering				
Lehrende	Professur Data Engineering, N.N.				
Sprache	Englisch mit englischsprachigem Lehrmaterial				
Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden besitzen vertiefte Kenntnisse der grundlegenden Prinzipien, Konzepte und Methoden zur Datenverwaltung, -aufbereitung und -analyse; sie haben ein vertieftes Verständnis der Handhabung von Daten- und Wissensbeständen; sie haben die Fähigkeit zur Konzeptualisierung und Realisierung von Datenbank- und Informationssystemen und zur Anpassung von Datenbanksystemen an spezifische Anwendungsgegebenheiten erlangt; sie verfügen über Kenntnisse der Möglichkeiten zur Integration von Datenbanklösungen in komplexe Softwaresysteme (Data Warehouses oder web-basierte, verteilte Informationssysteme).</p>				
Inhalt	<p>In der Veranstaltung werden aktuelle Ansätze der Gestaltung und Realisierung zentralisierter, verteilter und Internet-basierter Informationssysteme behandelt. Inhaltliche Schwerpunkte sind: Aktuelle Datenbanktechnologie, Objekt-relationale Datenbanksysteme und Erweiterbarkeit von Datenbanksystemen; Architektur und Komponenten von Datenbankverwaltungssystemen, insbesondere Transaktionsverwaltung; Verteilte Datenverwaltung und Web-Zugriff; Data Warehouse; Data/Web/Text Mining sowie Semantic Web.</p>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Vorlesung Databases and Information Systems			4 SWS	
	Übungen/Seminar Databases and Information Systems			2 SWS	
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	Vorlesung Databases and Information Systems	LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Übungen/Seminar Databases and Information Systems	6	56	56	40
	Gesamt	9	84	126	60
Studien-/Prüfungsleistungen	<p>Studienleistungen: Regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an Übungen/Seminar; die Teilnahme an den Übungen gilt grundsätzlich als erfolgreich, wenn alle Aufgaben bearbeitet und mindestens 50 % richtig gelöst wurden; die Teilnahme an einem Seminar gilt grundsätzlich als erfolgreich, wenn das zugeordnete Themenfeld verstanden, angemessen präsentiert und gegebenenfalls angemessen schriftlich aufgearbeitet wurde; im Falle abweichender Kriterien müssen diese vor der Anmeldung zum Modul bekannt gegeben werden.</p>				
	<p>Prüfungsleistungen: Gemeinsame Modulprüfung für alle Lehrveranstaltungen des Moduls; in der Regel schriftlich (Klausur) und in der Unterrichtssprache. Abweichend ist eine mündliche Prüfung möglich, die Prüfungsart wird vor der Anmeldung zum Modul bekannt gegeben.</p>				
	Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
Dauer	1 Semester				
Angebot	Sommersemester, jährlich				
Literatur					

<b>Modultitel</b>	<b>Epistemology, Ethics and Privacy</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>InfM-EEP</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Pflichtbereich (Mandatory modules)				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Federrath, Simon				
<b>Lehrende</b>	Federrath, Simon, N.N.				
<b>Sprache</b>	Englisch mit englischsprachigem Lehrmaterial				
<b>Qualifikationsziele</b>	Studierenden kennen die typischen erkenntnistheoretischen, ethischen, rechtlichen und technischen Anforderungen an die Datenerhebung, -speicherung, -verarbeitung und -weitergabe mit Bezug zu Data Science und Künstliche Intelligenz. Sie verfügen über das notwendige Methodenwissen, solche Anforderungen zu formulieren sowie organisatorische und technische Maßnahmen zu deren Umsetzung auszuwählen, anzupassen und weiterzuentwickeln.				
<b>Inhalt</b>	<p>Epistemology</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Data, Knowledge, Evidence</li> <li>• Statistical Reasoning &amp; Probability</li> <li>• Prediction &amp; Causation</li> <li>• Human and Artificial Intelligence</li> </ul> <p>Ethics</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Privacy</li> <li>• Bias &amp; Fairness</li> <li>• Research Ethics: Responsibility, Accountability &amp; Integrity</li> </ul> <p>Privacy</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Legal aspects of privacy</li> <li>• Organizational Measures for privacy</li> <li>• Generation of synthetic data</li> <li>• Privacy measurement and metrics</li> <li>• Anonymization and pseudonymization of data</li> <li>• Access control and authorization</li> <li>• Cryptographic protection of data</li> </ul>				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Vorlesung Epistemology, Ethics and Privacy			2 SWS	
	Übungen Epistemology, Ethics and Privacy			2 SWS	
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung Epistemology, Ethics and Privacy	3	28	42	20
	Übungen Epistemology, Ethics and Privacy	3	28	42	20
	<b>Gesamt</b>	<b>6</b>	<b>56</b>	<b>84</b>	<b>40</b>
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	<p>Studienleistungen: Regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen; die Teilnahme an Übungen gilt grundsätzlich als erfolgreich, wenn alle Aufgaben bearbeitet und mindestens 50 % richtig gelöst wurden; im Falle abweichender Kriterien müssen diese vor der Anmeldung zum Modul bekannt gegeben werden.</p> <p>Prüfungsleistungen: Gemeinsame Modulprüfung für alle Lehrveranstaltungen des Moduls; i.d.R. mündlich und in der Unterrichtssprache. Abweichend ist eine schriftliche Prüfung (Klausur) möglich, die Prüfungsart wird vor der Anmeldung zum Modul bekannt gegeben.</p> <p>Die Modulprüfung wird differenziert benotet.</p>				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Wintersemester, jährlich				
<b>Literatur</b>					

<b>Modultitel</b>	<b>Foundations of Data Analytics</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>InfM-FDA</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Pflichtbereich (Mandatory modules)				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine				
	Empfohlen: keine				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Gerkmann				
<b>Lehrende</b>	Gerkmann, N.N				
<b>Sprache</b>	Englisch mit englisch- und gegebenenfalls deutschsprachigem Lehrmaterial				
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden verfügen über grundlegendes Fachwissen im Bereich Data Analytics. Dies umfasst Themen im Bereich lineare Algebra, multivariate Stochastik, Dimensionsreduktion und Clustering mit einem Blick auf maschinelles Lernen.				
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voraussetzungen der linearen Algebra</li> <li>• Multivariate Verteilungen und Momente</li> <li>• Dimensionsreduktion</li> <li>• Klassifikation und Clustering</li> <li>• Grundlagen des maschinellen Lernens</li> </ul>				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Vorlesung Foundations of Data Analytics			2 SWS	
	Übungen Foundations of Data Analytics			2 SWS	
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung Foundations of Data Analytics	3	28	42	20
	Übungen Foundations of Data Analytics	3	28	42	20
	Gesamt	6	56	84	40
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: Regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen; die Teilnahme an Übungen gilt grundsätzlich als erfolgreich, wenn alle Aufgaben bearbeitet und mindestens 50 % richtig gelöst wurden; im Falle abweichender Kriterien müssen diese vor der Anmeldung zum Modul bekannt gegeben werden.				
	Prüfungsleistungen: Gemeinsame Modulprüfung über alle Lehrveranstaltungen des Moduls i.d.R. schriftlich (Klausur) in der Unterrichtssprache. Abweichend ist eine mündliche Prüfung möglich, die Prüfungsart wird vor der Anmeldung zum Modul bekannt gegeben.				
	Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Wintersemester, jährlich				
<b>Literatur</b>	R. Mathar, G. Alirezaei, E. Balda, A. Behboodi, "Fundamentals of Data Analytics – With a View to Machine Learning", Springer, 2020				

<b>Modultitel</b>	<b>Intelligent Robotics</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>InfM-IR</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Informatik: Vertiefung / Schwerpunkt Human-Computer-Interaction: Auswahl M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Vertiefung Advanced Topics in Data Science and Artificial Intelligence und Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Informatics M.Sc. IT-Management und -Consulting: Wahlpflichtbereich IT-Entwicklung M.Sc. Intelligent Adaptive Systems: Pflichtbereichmodule (Required modules)				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: Grundkenntnisse der Wissensverarbeitung				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Zhang				
<b>Lehrende</b>	Zhang, N.N.				
<b>Sprache</b>	Englisch mit englischsprachigem Lehrmaterial				
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden kennen die physikalischen Wahrnehmungsformen im Hinblick auf ihre Anwendung in der Robotik. Sie sind in der Lage zur Anwendung sensorbasierter Techniken in der Robotik und anderen technischen Systemen. Sie beherrschen grundlegende Techniken intelligenter Systeme und kennen ihre Anwendungsmöglichkeiten in technischen Systemen. Sie haben einen Überblick über Anwendungsbereiche und Implementierungsansätze Methoden des maschinellen Lernens.				
<b>Inhalt</b>	General sensor characteristics and classification, integrated sensor data processing, sensors for various measurement modalities (e.g. haptic, visual), perception-action cycles, robot behavior control architectures, multisensor fusion and filtering, applications of machine learning approaches in robotics.				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Vorlesung Intelligent Robotics			2 SWS	
	Seminar Intelligent Robotics			2 SWS	
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung Intelligent Robotics	3	28	42	20
	Seminar Intelligent Robotics	3	28	42	20
	Gesamt	6	56	84	40
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: Regelmäßige und erfolgreiche (Seminararbeit und Referat in der Unterrichtssprache) Teilnahme an dem Seminar. Prüfungsleistungen: Die Modulabschlussprüfung findet i.d.R. in Form einer mündlichen Prüfung (über die Gesamtinhalte des Vorlesungsanteils) in der Unterrichtssprache statt. Abweichend ist eine schriftliche Prüfung (Klausur) möglich, die Prüfungsart wird vor der Anmeldung zum Modul bekannt gegeben. Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Wintersemester, jährlich				
<b>Literatur</b>					

<b>Modultitel</b>	<b>Language Technology</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>InfM-LT</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Informatik: Vertiefung / Schwerpunkt Data Science: Auswahl M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Vertiefung Advanced Topics in Data Science and Artificial Intelligence und Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Informatics M.Sc. Intelligent Adaptive Systems: Wahlpflichtbereich module (Required Elective Modules)				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: Grundkenntnisse der automatischen Sprachverarbeitung; Grundkenntnisse im Maschinellen Lernen				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Biemann				
<b>Lehrende</b>	Biemann, N.N.				
<b>Sprache</b>	Englisch mit englischsprachigem Lehrmaterial				
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden besitzen vertiefte Kenntnisse in ausgewählten Bereichen der maschinellen Verarbeitung natürlicher Sprache. Sie sind in der Lage zur Einschätzung der Tragfähigkeit und der Übertragbarkeit von Verfahren zur maschinellen Verarbeitung natürlicher Sprache. Sie können sich in aktuelle Forschungsergebnisse einarbeiten.				
<b>Inhalt</b>	In diesem Modul werden die algorithmischen und methodischen Grundlagen der maschinellen Verarbeitung natürlicher Sprache behandelt. Wie funktioniert Sprachtechnologie? Wie erkennt der Computer Wortarten? Wie lassen sich Synonyme für die Suche einsetzen? In dieser Veranstaltung behandeln wir Algorithmen, wie sie in sprachtechnologischen Anwendungen eingesetzt werden. Neben maschinellen Lernverfahren und Datenstrukturen zum Speichern und Manipulieren von Text werden Anwendungen wie maschinelle Übersetzung und semantische Suche behandelt. In der begleitenden Übung wird neben Verfestigung der Theorie auch der praktische Umgang mit Sprachverarbeitungssoftware angeboten. Auswahl von Themen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Computermorphologie</li> <li>• Sequenzklassifikation</li> <li>• Topic Modelling</li> <li>• Statistische maschinelle Übersetzung</li> <li>• Graphenbasierten Methoden</li> <li>• Neuronale Methoden des Sprachverstehens</li> <li>• Distributionelle Semantik</li> <li>• Wortbedeutung und Disambiguierung</li> </ul>				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Vorlesung Language Technology			2 SWS	
	Übungen Language Technology			2 SWS	
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung Language Technology	3	28	42	20
	Übungen Language Technology	3	28	42	20
	Gesamt	6	56	84	40
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: Regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen; die Teilnahme an Übungen gilt grundsätzlich als erfolgreich, wenn alle Aufgaben bearbeitet und mindestens 50 % richtig gelöst wurden, im Falle abweichender Kriterien müssen diese vor der Anmeldung zum Modul bekannt gegeben werden.				
	Prüfungsleistungen: Gemeinsame Modulabschlussprüfung für alle Lehrveranstaltungen des Moduls, i.d.R. schriftlich (Klausur) und in der Unterrichtssprache. Abweichend ist eine mündliche Prüfung möglich, die Prüfungsart wird vor der Anmeldung zum Modul bekannt gegeben.				
	Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Sommersemester, jährlich				
<b>Literatur</b>	Jurafsky, D. and Martin, J. H. (2009): Speech and Language Processing. An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics and Speech Recognition. Second Edition. Pearson: New Jersey Manning, C. D. and Schütze, H. (1999): Foundations of Statistical Natural Language Processing. MIT Press: Cambridge, Massachusetts Carstensen, K. U., Ebert, Ch., Endriss, C., Jekat, S., Klabunde, R. and Langer, H. (Editors) (2004): Computerlinguistik und Sprachtechnologie. Eine Einführung. 2. Auflage. Spektrum: Heidelberg Weitere themenbezogene Literatur / Further topic-specific literature				

<b>Modultitel</b>	<b>Abschlussmodul</b>				
Modulnummer/-kürzel	<b>InfM-MA/DSAI</b>				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Pflichtbereich (Mandatory modules)				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: Vgl. §14 der MIN-PO sowie die FSB zu §14				
	Empfohlen: keine				
Modulverantwortliche(r)	Studiengangsverantwortliche(r)				
Lehrende	Gemäß Beschluss des Prüfungsausschusses				
Sprache	Englisch mit englischsprachigem Lehrmaterial				
Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden haben die Fähigkeit zur selbstständigen Bearbeitung einer komplexen, wissenschaftlichen Problemstellung aus den Gebieten Data Science und Künstliche Intelligenz unter Anwendung wissenschaftlicher Methoden erlangt.</li> <li>• Sie besitzen vertiefte Problemlösungskompetenz sowie die Fähigkeit zum Transfer des Theorie- und Methodenwissens aus den Gebieten Data Science und Künstliche Intelligenz in neue Anwendungsbereiche,</li> <li>• zur wissenschaftliche Bewertung und Einordnung der eigenen Arbeit vor dem Hintergrund aktueller Forschungsarbeiten zum jeweils gewählten Thema</li> <li>• und die Fähigkeit zur Dokumentation von Problemanalysen, Lösungsansätzen und empirischen Befunden nach wissenschaftlichen Standards.</li> <li>• Sie haben die Fähigkeit zur Darstellung, wissenschaftlichen Bewertung und Diskussion der Lösungsansätze in schriftlicher und mündlicher Form erlangt.</li> </ul>				
Inhalt	<p>Das Thema der Arbeit sollte die Entwicklung, Verfeinerung, Implementierung und/oder Validierung von Methoden der Gebiete Data Science und/oder Künstliche Intelligenz umfassen. Die Anbindung an ein Domänen-Gebiet ist möglich. Die Bearbeitung erfolgt in der Regel in folgenden Phasen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einarbeitung in die Thematik und in den aktuellen Stand der Forschung</li> <li>• Erarbeitung/Auswahl der Methoden und Techniken zur Problemlösung</li> <li>• Entwicklung eines Lösungskonzeptes</li> <li>• Implementierung/Realisierung des eigenen Konzeptes/Ansatzes</li> <li>• Validierung und Bewertung der Ergebnisse</li> <li>• Wissenschaftliche Darstellung der Ergebnisse in schriftlicher Form und als Referat mit anschließender Diskussion</li> </ul>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Masterarbeit und Präsentation in einem Kolloquium			- SWS	
	Zur Dauer siehe § 14 der Prüfungsordnung der Fakultät für Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften für Studiengänge mit dem Abschluss Master of Science sowie die Fachspezifischen Bestimmungen zu § 14 (Masterarbeit).				
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	Masterarbeit und Präsentation in einem Kolloquium	LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
		30	-	-	-
	Gesamt	30	-	-	-
Studien-/Prüfungsleistungen	Studienleistungen: Keine				
	Prüfungsleistungen: Masterarbeit (90 %) und Kolloquium (10 %).				
	Näheres zur Modulprüfung regelt § 14 der Prüfungsordnung der Fakultät für Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften für Studiengänge mit dem Abschluss "Master of Science" sowie die Fachspezifischen Bestimmungen zu § 14 (Masterarbeit).				
	Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
Dauer	Siehe Bemerkungen				
Angebot	Jedes Semester				
Literatur					

<b>Modultitel</b>	<b>Machine Learning</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>InfM-ML</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Informatik: Wahlpflichtbereich Allgemein und Wahlpflichtbereich Theorie / Schwerpunkt Data Science: Mind. zwei der drei Module InfM-DIS, InfM-ML, InfM-STSP M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Wahlpflichtbereich Fundamentals of Data Science and Artificial Intelligence und Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Informatics M.Sc. Bioinformatik: Wahlpflichtbereichmodule Informatik und Wahlpflichtbereichmodule Lebenswissenschaften, Informatik und Bioinformatik M.Sc. Intelligent Adaptive Systems: Pflichtbereichmodule (Required modules)				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: Grundkenntnisse in Linearer Algebra, Stochastik, Data Mining, Python				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Laue				
<b>Lehrende</b>	Laue, N.N.				
<b>Sprache</b>	Englisch mit englischsprachigem Lehrmaterial				
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse der verschiedenen Ansätze zum Lernen aus Daten auch im Hinblick auf ihre jeweiligen Beschränkungen. Sie besitzen die Fähigkeit zur vergleichenden Bewertung von Lernverfahren im Hinblick auf spezifische Anwendungsbedingungen. Sie besitzen die Fähigkeit zur systematischen Einordnung neuer Verfahren. Sie besitzen die Fähigkeit zur Konzeption, Umsetzung und Evaluation eines lernenden Systems für eine gegebene Aufgabenstellung. Sie besitzen die Fähigkeit zur Präsentation von empirischen Befunden im Bereich des maschinellen Lernens.				
<b>Inhalt</b>	Theoretische Grundlagen des maschinellen Lernens; Bias-Varianz-Tradeoff; Regularisierung; Modellselektion und Modellauswertung; Überwachte Lernverfahren für Regression und Klassifikation (lineare Methoden, nichtlineare Methoden, Kernel-Ansatz, Entscheidungsbäume); Methoden des unüberwachten Lernens (Dimensionsreduktion, Clustering, Matrizenvervollständigung); Ansätze des tiefen Lernens.				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Vorlesung Machine Learning			4 SWS	
	Übungen/Seminar Machine Learning			2 SWS	
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung Machine Learning	6	56	56	40
	Übungen/Seminar Machine Learning	3	28	70	20
	Gesamt	9	84	126	60
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: Regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an Übungen/Seminar; die Teilnahme an den Übungen gilt grundsätzlich als erfolgreich, wenn alle Aufgaben bearbeitet und mindestens 50 % richtig gelöst wurden; die Teilnahme an einem Seminar gilt grundsätzlich als erfolgreich, wenn das zugeordnete Themenfeld verstanden, angemessen präsentiert und gegebenenfalls angemessen schriftlich aufgearbeitet wurde; im Falle abweichender Kriterien müssen diese vor der Anmeldung zum Modul bekannt gegeben werden Prüfungsleistungen: Gemeinsame Modulprüfung über alle Lehrveranstaltungen des Moduls i.d.R. schriftlich (Klausur) in der Unterrichtssprache. Abweichend ist eine mündliche Prüfung möglich, die Prüfungsart wird vor der Anmeldung zum Modul bekannt gegeben. Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Sommersemester, jährlich				
<b>Literatur</b>					

<b>Modultitel</b>	<b>Natural Language Processing and the Web</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>InfM-NLP</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Informatik: Vertiefung / Schwerpunkt Human-Computer-Interaction: Auswahl M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Vertiefung Advanced Topics in Data Science and Artificial Intelligence und Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Informatics M.Sc. IT-Management und -Consulting: Wahlpflichtbereich IT-Entwicklung M.Sc. Wirtschaftsinformatik: Wahlpflichtbereich und Spezialisierung Entwicklung und Management von Informationssystemen				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: Programmierung in Java Empfohlen: Kenntnisse im Bereich Algorithmik und Mathematik				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Biemann				
<b>Lehrende</b>	Biemann, N.N.				
<b>Sprache</b>	Deutsch mit deutsch- und/oder englischsprachigem Lehrmaterial oder Englisch mit englischsprachigem Lehrmaterial				
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden können Methoden und Ansätze zur Verarbeitung unstrukturierter Texte verstehen und differenzieren, die Arbeitsweise von Web-Suchmaschinen nachvollziehen und erläutern, exemplarische Anwendungen der Sprachverarbeitung im Web selbstständig aufbauen und analysieren, das Potenzial von Web-Inhalten für die Verbesserung von sprachtechnologischen Anwendungen analysieren und einschätzen.				
<b>Inhalt</b>	<p>Lehrinhalte: Das Web beinhaltet mehr als 10 Milliarden indexierbare Webseiten, die mittels Stichwortsuche zugänglich sind. Die Vorlesung behandelt Methoden der automatischen Sprachverarbeitung bzw. des Natural Language Processing (NLP) zur Verarbeitung großer Mengen unstrukturierter Texte im Web und zur Analyse von Online-Inhalten als wertvolle Ressource für andere sprachtechnologische Anwendungen im Web. Zentrale Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verarbeitung unstrukturierter Texte im Web</li> <li>• NLP-Grundlagen: Tokenisierung, Wortartenerkennung, Stemming, Lemmatisierung, Chunking</li> <li>• UIMA: Grundlagen und Anwendungen</li> <li>• Web-Inhalte und ihre Charakteristika, u.a. verschiedene Genres, z.B. persönliche Seiten, Nachrichtenportale, Blogs, Foren, Wikis</li> <li>• Das Web als Korpus, insb. innovative Verwendung des Webs als sehr großes, verteiltes, verlinktes, wachsendes und multilinguales Korpus</li> <li>• NLP-Anwendungen für das Web</li> <li>• Einführung in das Information Retrieval</li> <li>• Web-Suche und natürlichsprachliche Suchschnittstellen</li> <li>• Web-basierte Beantwortung von natürlichsprachlichen Fragen</li> <li>• Web-Mining im Web 2.0, z.B. Wikipedia, Wiktionary</li> <li>• Qualitätsbewertung von Web-Inhalten</li> <li>• Multilingualität</li> <li>• Internet-of-Services: Service Retrieval</li> <li>• Sentimentanalyse und Community Mining</li> <li>• Paraphrasen, Synonyme, semantische Verwandtschaft und das Web</li> </ul>				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Vorlesung Natural Language Processing and the Web			2 SWS	
	Übungen Natural Language Processing and the Web			2 SWS	
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung Natural Language Processing and the Web	3	28	42	20
	Übungen Natural Language Processing and the Web	3	28	42	20
	<b>Gesamt</b>	<b>6</b>	<b>56</b>	<b>84</b>	<b>40</b>
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	<p>Studienleistungen: Regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen; die Teilnahme an Übungen gilt grundsätzlich als erfolgreich, wenn alle Aufgaben bearbeitet und mindestens 50 % richtig gelöst wurden; im Falle abweichender Kriterien müssen diese vor der Anmeldung zum Modul bekannt gegeben werden.</p> <p>Prüfungsleistungen: Gemeinsame Modulprüfung über alle Lehrveranstaltungen des Moduls i.d.R. schriftlich (Klausur) in der Unterrichtssprache. Abweichend ist eine mündliche Prüfung möglich, die Prüfungsart wird vor der Anmeldung zum Modul bekannt gegeben.</p> <p>Die Modulprüfung wird differenziert benotet.</p>				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Wintersemester, jährlich				

Literatur	<p>Kai-Uwe Carstensen, Christian Ebert, Cornelia Endriss, Susanne Jekat, Ralf Klabunde: Computerlinguistik und Sprachtechnologie. Eine Einführung. 3. Auflage. Heidelberg: Spektrum, 2009. ISBN: 978-3-8274-20123-7. <a href="http://www.linguistics.rub.de/CLBuch/">http://www.linguistics.rub.de/CLBuch/</a></p> <p>T. Götz, O. Suhre: Design and implementation of the UIMA Common Analysis System, IBM Systems Journal 43(3): 476-489, 2004.</p> <p>Adam Kilgarriff, Gregory Grefenstette: Introduction to the Special Issue on the Web as Corpus, Computational Linguistics 29(3): 333-347, 2003.</p> <p>Christopher D. Manning, Prabhakar Raghavan, Hinrich Schütze: Introduction to Information Retrieval, Cambridge: Cambridge University Press, 2008. ISBN: 978-0-521-86571-5. <a href="http://nlp.stanford.edu/IR-book/">http://nlp.stanford.edu/IR-book/</a></p>
-----------	---

<b>Modultitel</b>	<b>Neural Networks</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>InfM-NN</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Informatik: Vertiefung M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Wahlpflichtbereich Fundamentals of Data Science and Artificial Intelligence und Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Informatics M.Sc. Bioinformatik: Wahlpflichtbereichmodule Informatik und Wahlpflichtbereichmodule Lebenswissenschaften, Informatik und Bioinformatik M.Sc. Intelligent Adaptive Systems: Pflichtbereichmodule (Required modules)				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine				
	Empfohlen: Kenntnisse in bioinspirierter künstlicher Intelligenz				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Wermter				
<b>Lehrende</b>	Wermter, N.N.				
<b>Sprache</b>	Englisch mit englischsprachigem Lehrmaterial				
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden besitzen vertieftes Verständnis künstlicher neuronaler Netzwerke und deren Integration in Informatikarchitekturen. Sie können komplexe Problemstellungen durchdringen und für diese adäquate Lösungen erarbeiten.				
<b>Inhalt</b>	<p>In diesem Modul soll in der Wissensverarbeitung mit neuronalen Netzwerken an die aktuelle Forschung herangeführt werden und den Studierenden somit die Voraussetzung gegeben werden, angeleitet an der Forschung teilzunehmen. Dazu liefert die Vorlesung einen umfassenden Einblick in künstliche neuronale Netzwerke und deren Verwendung und Integration in hybride neuronale/symbolische Systeme. Im Seminar werden Modelle aus der aktuellen Forschung evaluiert und zu den Vorlesungsinhalten in Beziehung gesetzt. Die wechselnden Themen im Seminar werden vor Beginn eines Masterjahrgangs festgelegt; hierdurch kann wechselnder Nachfrage und aktuellen Forschungsrichtungen Rechnung getragen werden.</p> <p>Themen für Veranstaltungen des Moduls:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neuronale Netze: von Basismodellen bis zu fortgeschrittenen Netzwerken</li> <li>• Unüberwachtes und verstärkendes Lernen mit neuronalen Netzen</li> <li>• Hybride symbolische und neuronale Architekturen</li> <li>• Neuronales Clustering und Klassifikation</li> <li>• Neuronale Modelle für kognitive Verarbeitung</li> <li>• Neuroscience-inspirierte Architekturen für kognitive Roboter</li> </ul>				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Vorlesung Neural Networks				2 SWS
	Seminar Neural Networks				2 SWS
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung Neural Networks	3	28	42	20
	Seminar Neural Networks	3	28	42	20
	Gesamt	6	56	84	40
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: Regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme am Seminar: die Teilnahme an einem Seminar gilt grundsätzlich als erfolgreich, wenn das zugeordnete Themenfeld verstanden, angemessen präsentiert oder praktisch demonstriert und ggf. angemessen schriftlich aufgearbeitet wurde. Im Falle abweichender Kriterien müssen diese vor der Anmeldung zum Modul bekannt gemacht werden.				
	Prüfungsleistungen: Gemeinsame Modulprüfung für alle Lehrveranstaltungen des Moduls; i.d.R. mündlich und in der Unterrichtssprache. Abweichend ist eine schriftliche Prüfung (Klausur) möglich, die Prüfungsart wird vor der Anmeldung zum Modul bekannt gegeben.				
	Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Sommersemester, jährlich				
<b>Literatur</b>	Haykin S.: Neural networks and learning machines. Prentice Hall, 2008 Wermter S., Sun R.: Hybrid Neural Systems. Springer Verlag, Heidelberg, 2000				

Modultitel	<b>Optimization for Machine Learning</b>				
Modulnummer/-kürzel	<b>InfM-OML</b>				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	M.Sc. Informatik: Vertiefung M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Vertiefung Advanced Topics in Data Science and Artificial Intelligence und Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Informatics M.Sc. Bioinformatik: Wahlpflichtbereichmodule Informatik und Wahlpflichtbereichmodule Lebenswissenschaften, Informatik und Bioinformatik M.Sc. Intelligent Adaptive Systems: Freier Wahlbereich (Elective Area)				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: InfM-ML, Grundkenntnisse in Linearer Algebra, Analysis, Python				
Modulverantwortliche(r)	Laue				
Lehrende	Laue, N.N.				
Sprache	Englisch mit englischsprachigem Lehrmaterial				
Qualifikationsziele	Viele Probleme im Bereich des maschinellen Lernens und der künstlichen Intelligenz erfordern die Lösung eines Optimierungsproblems. Dies gilt sowohl für klassisches maschinelles Lernen als auch für moderne Deep-Learning-Methoden. Es werden die theoretischen Grundlagen von Optimierungsalgorithmen sowie deren praktische Umsetzung in Python mit einem besonderen Fokus auf maschinelle Lernprobleme behandelt. Die Studierenden kennen und verstehen die theoretischen Garantien/Laufzeiten und Grenzen verschiedener Optimierungsalgorithmen. Sie wissen, welcher Algorithmus für ein bestimmtes maschinelles Lernproblem zu wählen ist, und wie man Optimierungsalgorithmen für maschinelles Lernen effizient implementiert. Sie sind sich der numerischen Robustheit und Rundungsfehler bei Optimierungsalgorithmen bewusst.				
Inhalt	Es werden die theoretischen Grundlagen von Optimierungsalgorithmen sowie deren praktische Umsetzung und Anwendung auf maschinelles Lernen behandelt. Das bedeutet, dass verschiedene Algorithmen vorgestellt und ihre Laufzeiten analysiert werden, untere Schranken für verschiedene Funktionsklassen bewiesen werden und diese Algorithmen in Python implementiert und auf verschiedenen maschinellen Lernproblemen angewendet werden. Daher sind Vorkenntnisse in linearer Algebra, Analysis und Wahrscheinlichkeitstheorie sowie Kenntnisse im Schreiben von Python-Code unerlässlich. Insbesondere werden die folgenden Themen ausführlicher behandelt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Optimierung, wo Optimierung im maschinellen Lernen eingesetzt wird</li> <li>• Allgemeine Algorithmen zur Lösung unbeschränkter Optimierungsprobleme einschließlich deren Laufzeitanalyse</li> <li>• Spezialisierte Algorithmen, die oft im maschinellen Lernen eingesetzt werden, z.B. Frank-Wolfe-Methoden, conditional gradient descent, coordinate descent, proximal methods</li> <li>• Optimierungsprobleme mit allgemeinen Nebenbedingungen und Algorithmen zu deren Lösung, Dualitätstheorie</li> <li>• Optimierungsalgorithmen, die für große Probleme und Deep Learning eingesetzt werden, z.B. verschiedene stochastische Gradientenabstiegsverfahren wie SGD, Adam, AdaGrad, RMSProp</li> <li>• Effizientes Berechnen von Matrix- und Tensorableitungen, Algorithmisches Differenzieren (AD)</li> </ul>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Vorlesung Optimization for Machine Learning			2 SWS	
	Übungen Optimization for Machine Learning			2 SWS	
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung Optimization for Machine Learning	3	28	42	20
	Übungen Optimization for Machine Learning	3	28	42	20
	Gesamt	6	56	84	40
Studien-/Prüfungsleistungen	Studienleistungen: Regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen; die Teilnahme gilt als erfolgreich, wenn mindestens einmal in den praktischen Übungen eine Lösung vorgestellt wurde sowie eine Lösung für die die gesamte Vorlesungsphase begleitende Übung erfolgreich präsentiert wurde; im Falle abweichender Kriterien müssen diese vor der Anmeldung zum Modul bekannt gegeben werden. Prüfungsleistungen: Gemeinsame Modulprüfung für alle Lehrveranstaltungen des Moduls; in der Regel schriftlich (Klausur, Dauer 90 Minuten) und in der Unterrichtssprache. Abweichend ist eine mündliche Prüfung möglich, die Prüfungsart wird vor der Anmeldung zum Modul bekannt gegeben. Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
Dauer	1 Semester				
Angebot	Wintersemester, jährlich				
Literatur					

<b>Modultitel</b>	<b>Projekt Data Science and Artificial Intelligence</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>InfM-Proj/DSAI</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Pflichtbereich (Mandatory modules)				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine				
	Empfohlen: Individuelle Projekte können spezifische inhaltliche Voraussetzungen empfehlen.				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Studiengangsverantwortliche(r)				
<b>Lehrende</b>	Lehrende des Fachbereichs Informatik, N.N				
<b>Sprache</b>	Englisch mit englischsprachigem Lehrmaterial				
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden haben die Fähigkeit zur Einarbeitung in neue Aufgabenstellungen in den Gebieten Data Science und/oder Künstliche Intelligenz mit wissenschaftlichen Methoden (unter Anleitung) im Team erlangt. Sie besitzen vertiefte Fähigkeit zur Präsentation fremder und eigener Problemstellungen und -lösungen in Referat und schriftlicher Form.				
<b>Inhalt</b>	Die typischen Phasen eines Entwicklungsprojektes werden unter der beruflichen Praxis weitestgehend entsprechenden Rahmenbedingungen im Team durchlaufen, um berufsbefähigende Kompetenzen zu vermitteln. Wissenschaftliches Arbeiten wird gefördert, da aktuelle Forschungsinhalte aufgegriffen und verarbeitet werden sollen, um die Problemlösungskompetenz zu erweitern. Des Weiteren wird die Transferkompetenz besonders gestärkt, da der Theorie- und Methodenschatz der Gebiete Data Science und Künstliche Intelligenz auf komplexe, neuartige Probleme anzuwenden ist. Die Anbindung an ein Domänen-Gebiet ist möglich.				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Projekt			6 SWS	
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>	Projekt	LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Gesamt	9	84	126	60
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: Die Zulassung zur Modulprüfung setzt die aktive Teilnahme an dem Projekt, eine kontinuierliche Beteiligung sowie eine erfolgreiche Projektmitarbeit voraus.				
	Prüfungsleistungen: Projektabschluss in Form eines Abschlussberichts in der Unterrichtssprache Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Wintersemester, jährlich				
<b>Literatur</b>					

<b>Modultitel</b>	<b>Robot Technology</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>InfM-RT</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Informatik: Vertiefung / Schwerpunkt Human-Computer-Interaction: Auswahl M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Vertiefung Advanced Topics in Data Science and Artificial Intelligence und Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Informatics M.Sc. Intelligent Adaptive Systems: Wahlpflichtbereich module (Required Elective Modules)				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: Grundkenntnisse der Wissensverarbeitung				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Zhang				
<b>Lehrende</b>	Zhang, N.N.				
<b>Sprache</b>	Deutsch oder Englisch mit deutsch- oder englischsprachigem Lehrmaterial				
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden beherrschen die mathematischen Werkzeuge zur Beschreibung von Robotersystemen. Sie sind in der Lage, Komponenten für reale Roboter anzuwenden und zu entwickeln.				
<b>Inhalt</b>	Praxisrelevante mathematische Werkzeuge zur Beschreibung von Robotersystemen werden erläutert. Methoden zur Generierung von Trajektorien/Pfaden für verschiedene Robotertypen wie Roboterarme, mobile und humanoide Roboter werden vermittelt. Zudem werden Grundlagen der Kontrolltheorie nähergebracht. Das theoretische Wissen wird anhand von praktischen Übungen fundiert.				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Vorlesung Introduction to Robotics			2 SWS	
	Übungen Introduction to Robotics			1 SWS	
	Praktikum Robot Practical Course			1 SWS	
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung Introduction to Robotics	3	28	42	20
	Übungen Introduction to Robotics	2	14	36	10
	Praktikum Robot Practical Course	1	14	14	2
	Gesamt	6	56	92	32
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: Regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen und dem Praktikum. Die Teilnahme an den Übungen gilt grundsätzlich als erfolgreich, wenn alle Aufgaben bearbeitet und mindestens 50 % richtig gelöst wurden. Die erfolgreiche Teilnahme am Praktikum setzt die regelmäßige Teilnahme, eine kontinuierliche Beteiligung sowie eine erfolgreiche Mitarbeit voraus. Modusabweichungen werden vor der Anmeldung zum Modul bekannt gegeben.				
	Prüfungsleistungen: Die Modulabschlussprüfung findet i.d.R. in Form einer mündlichen Prüfung (über die Gesamtinhalte des Vorlesungs-, Übungs- und Praktikumsanteils) in der Unterrichtssprache statt. Abweichend ist eine schriftliche Prüfung (Klausur) möglich, die Prüfungsart wird vor der Anmeldung zum Modul bekannt gegeben.				
	Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Sommersemester, jährlich				
<b>Literatur</b>					

<b>Modultitel</b>	<b>Seminar Data Science and Artificial Intelligence</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>InfM-Sem/DSAI</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Pflichtbereich (Mandatory modules)				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine				
	Empfohlen: Individuelle Seminare können spezifische inhaltliche Voraussetzungen empfehlen.				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Studiengangsverantwortliche(r)				
<b>Lehrende</b>	Lehrende des Fachbereichs Informatik, N.N				
<b>Sprache</b>	Englisch mit englischsprachigem Lehrmaterial				
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden besitzen vertiefte Fähigkeit zur selbstständigen Erarbeitung fachlicher Inhalte in den Gebieten Data Science und/oder Künstliche Intelligenz aus der Originalliteratur und zur Präsentation fremder und eigener Problemstellungen und -lösungen in Referat und schriftlicher Form.				
<b>Inhalt</b>	Recherche aktueller, wissenschaftlicher Publikationen aus den Gebieten Data Science und/oder Künstliche Intelligenz und gegenseitige Vermittlung der inhaltlichen Grundlagen der Ergebnisse				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Seminar			2 SWS	
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Seminar	3	28	42	20
	Gesamt	3	28	42	20
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: Die Zulassung zur Modulprüfung setzt die aktive Teilnahme an der Lehrveranstaltung voraus.				
	Prüfungsleistungen: Die Modulprüfung findet in Form eines Referats mit einer schriftlichen Ausarbeitung in der Unterrichtssprache (eine Gesamtnote) statt.				
	Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Jedes Semester				
<b>Literatur</b>					

<b>Modultitel</b>	<b>Speech Signal Processing</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>InfM-SSV</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Informatik: Vertiefung / Schwerpunkt Human-Computer-Interaction: Auswahl M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Vertiefung Advanced Topics in Data Science and Artificial Intelligence und Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Informatics M.Sc. IT-Management und -Consulting: Wahlpflichtbereich IT-Entwicklung M.Sc. Intelligent Adaptive Systems: Wahlpflichtbereich module (Required Elective Modules)				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: Grundlagenkenntnisse in Signalverarbeitung				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Gerkmann				
<b>Lehrende</b>	Gerkmann, N.N.				
<b>Sprache</b>	Deutsch oder Englisch mit englischsprachigem Lehrmaterial				
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden können die Grundlagen von Spracherzeugung, Sprachwahrnehmung und Sprachanalyse erklären, die mathematischen und informationstheoretischen Grundlagen der Sprachsignalverarbeitung verstehen und die gelernten Methoden anwenden und die Funktionsweise praktischer Sprachsignalverarbeitungssysteme erklären.				
<b>Inhalt</b>	Sprache ist wohl der natürlichste und wichtigste Weg für zwischenmenschliche Kommunikation. Aber auch für die Mensch-Maschine Interaktion wird Sprachsteuerung immer wichtiger. Sprachkommunikationsgeräte wie Smartphones, Hörhilfen und sprachgesteuerte Assistenten ermöglichen bzw. vereinfachen die Kommunikation durch moderne Signalverarbeitungskonzepte. In dieser Vorlesung lernen wir grundlegende Sprachsignalverarbeitungskonzepte kennen, die in Smartphones, Hörhilfen und sprachgesteuerten Assistenten angewendet werden. Insbesondere behandeln wir signalnahe Grundlagen der <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spracherzeugung</li> <li>• Sprachwahrnehmung</li> <li>• Sprachanalyse</li> <li>• Sprachverbesserung</li> <li>• Sprachcodierung (Sprachkompression)</li> <li>• Grundlagen der automatischen Spracherkennung</li> </ul>				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Vorlesung Speech Signal Processing			2 SWS	
	Übungen Speech Signal Processing			2 SWS	
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung Speech Signal Processing	3	28	42	20
	Übungen Speech Signal Processing	3	28	42	20
	Gesamt	6	56	84	40
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: Regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Im Falle abweichender Kriterien müssen diese vor der Anmeldung zum Modul bekannt gegeben werden. Prüfungsleistungen: Gemeinsame Modulprüfung für alle Lehrveranstaltungen des Moduls; i.d.R. mündlich und in der Unterrichtssprache. Abweichend ist eine schriftliche Prüfung (Klausur) möglich, die Prüfungsart wird vor der Anmeldung zum Modul bekannt gegeben. Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Sommersemester, jährlich				
<b>Literatur</b>	P. Vary, R. Martin: Digital Speech Transmission, Wiley 2006. I. Pulkki, M. Karjalainen, Communication Acoustics, Wiley 2015. J. Benesty, M.M. Sondhi, Y. Huang (Eds.): Handbook of Speech Processing, Springer, 2008. R.C. Hendriks, T. Gerkmann, J. Jensen, "DFT-Domain Based Single-Microphone Noise Reduction for Speech Enhancement – A Survey of the State of the Art", Synthesis Lectures on Speech and Audio Processing, Morgan & Claypool Publishers, pp. 1-80, Jan 2013.				

<b>Modultitel</b>	<b>Statistical Signal Processing</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>InfM-STSP</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Informatik: Wahlpflichtbereich Allgemein / Schwerpunkt Data Science: Mind. zwei der drei Module InfM-DIS, InfM-ML, InfM-STSP M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Wahlpflichtbereich Fundamentals of Data Science and Artificial Intelligence und Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Informatics				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Gerkmann				
<b>Lehrende</b>	Gerkmann, N.N.				
<b>Sprache</b>	Englisch mit englisch- und gegebenenfalls deutschsprachigem Lehrmaterial oder Deutsch mit englischsprachigem Lehrmaterial				
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden verfügen über grundlegendes Fachwissen zur Signal- und Systemtheorie. Die Studierenden verfügen über grundlegendes Fachwissen zur Analyse und Verarbeitung stochastischer und deterministischer Sensordaten, Signale und Prozesse. Die Studierenden beherrschen grundlegende Methoden der stochastischen Modellierung von Sensordaten, Signalen und Zufallsprozessen. Die Studierenden sind in der Lage, einfache Signalverarbeitungssysteme zu entwerfen sowie diese zu analysieren.				
<b>Inhalt</b>	Dieses Modul behandelt die formalen Grundlagen zur Analyse und Verarbeitung zeit- und ortsabhängiger Signale, wie zum Beispiel Audio- und Bilddaten oder Daten von Biosensoren. Dies umfasst die Spektralanalyse von Signalen, die Digitalisierung analoger Signale sowie die stochastische Charakterisierung von Signalen und Prozessen. Neben Einblicken in die anwendungsorientierte Signalanalyse und in den Systementwurf erwerben die Studierenden auch Kenntnisse in den Bereichen Signaltheorie, stochastische Modellierung sowie Schätz- und Detektionstheorie.				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Vorlesung Statistical Signal Processing			4 SWS	
	Übungen Statistical Signal Processing			2 SWS	
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung Statistical Signal Processing	6	56	84	40
	Übungen Statistical Signal Processing	3	28	42	20
	Gesamt	9	84	126	60
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: Regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen; die Teilnahme an den Übungen gilt grundsätzlich als erfolgreich, wenn alle Aufgaben bearbeitet und mindestens 50 % richtig gelöst wurden; im Falle abweichender Kriterien müssen diese vor der Anmeldung zum Modul bekannt gegeben werden. Prüfungsleistungen: Gemeinsame Modulprüfung für alle Lehrveranstaltungen des Moduls; i.d.R. mündlich und in der Unterrichtssprache. Abweichend ist eine schriftliche Prüfung (Klausur) möglich, die Prüfungsart wird vor der Anmeldung zum Modul bekannt gegeben. Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Wintersemester, jährlich Dieses Modul ersetzt das bisherige Modul "Multidimensionale und multimodale Signale" (InfM-MMS).				
<b>Literatur</b>					

<b>Modultitel</b>	<b>SoftwareArchitecture</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>InfM-SWA</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Informatik: Vertiefung / Schwerpunkt Software Engineering: Auswahl M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Wahlpflichtbereich Fundamentals of Data Science and Artificial Intelligence und Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Informatics M.Sc. IT-Management und -Consulting: Wahlpflichtbereich IT-Entwicklung M.Sc. Wirtschaftsinformatik: Wahlpflichtbereich und Spezialisierung Entwicklung und Management von Informationssystemen M.Sc. Intelligent Adaptive Systems: Pflichtbereichmodule (Required modules)				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: Programmierkenntnisse in einer objektorientierten Programmiersprache				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Professur Softwaretechnik				
<b>Lehrende</b>	Professur Softwaretechnik, van Hoorn, N.N.				
<b>Sprache</b>	Englisch mit englischsprachigem Lehrmaterial oder Deutsch mit deutsch- und gegebenenfalls englischsprachigem Lehrmaterial				
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden verfügen über ein fundiertes Verständnis der Anforderungen an Softwarearchitektur als Bestandteil der Entwicklung komplexer Systeme. Sie haben grundlegende Kenntnisse über Methoden, Prinzipien, Techniken und Vorgehensweisen bei der Entwicklung von Softwarearchitekturen.				
<b>Inhalt</b>	Das Modul behandelt Software-Entwurf im Großen. Dabei werden die folgenden Themen unter Berücksichtigung der relevanten Literatur und praktischer Erfahrungen vertieft behandelt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung Softwarearchitektur (Relevanz, grundlegende Terminologie und Konzepte)</li> <li>• Kurze Einführung ins Requirements Engineering und dessen Beziehung zu Softwarearchitektur</li> <li>• Die Rolle der für Softwarearchitektur verantwortlichen Person</li> <li>• Methoden und Vorgehensweisen beim Architekturentwurf</li> <li>• Spezifikation, Modellierung und Dokumentation von Softwarearchitekturen</li> <li>• Architekturrichtlinien und -prinzipien</li> <li>• Architekturmuster und -stile</li> <li>• Variabilität und Produktlinienarchitekturen</li> <li>• Architekturbewertung, Qualitätssicherung, Architekturoptimierung</li> <li>• Cloud-native Architekturstile wie Microservices und Serverless</li> <li>• Werkzeug-Unterstützung</li> </ul>				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Vorlesung Software Architecture			2 SWS	
	Seminar Software Architecture			2 SWS	
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung Software Architecture	3	28	22	40
	Seminar Software Architecture	3	28	30	32
	<b>Gesamt</b>	<b>6</b>	<b>56</b>	<b>52</b>	<b>72</b>
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: Regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an dem Seminar (Seminararbeit und Referat in der Unterrichtssprache) bzw. an der Übung (die Teilnahme an Übungen gilt grundsätzlich als erfolgreich, wenn alle Aufgaben bearbeitet und mindestens 50 % richtig gelöst wurden); im Falle abweichender Kriterien müssen diese vor der Anmeldung zum Modul bekannt gegeben werden. Prüfungsleistungen: Gemeinsame Modulprüfung für alle Lehrveranstaltungen des Moduls; i.d.R. Klausur (Dauer 90 Minuten) und in der Unterrichtssprache. Abweichend ist eine mündliche Prüfung möglich, die Prüfungsart wird vor der Anmeldung zum Modul bekannt gegeben. Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Wintersemester, jährlich				
<b>Literatur</b>	L. Bass, P. Clemens, R. Kazman: Software Architecture in Practice, Fourth Edition. Addison Wesley, 2021. R. Taylor, N. Medvidovic, E. Dashofy. Software Architecture: Foundations, Theory, and Practice. 2009. R. Reussner, W. Hasselbring. Handbuch der Software-Architektur. 2. Auflage, dpunkt, 2008. Weitere themenspezifische Literatur wird in der Veranstaltung genannt.				

Modultitel	Knowledge Processing				
Modulnummer/-kürzel	<b>InfM-WV</b>				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	M.Sc. Informatik: Vertiefung M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Vertiefung Advanced Topics in Data Science and Artificial Intelligence und Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Informatics M.Sc. Wirtschaftsinformatik: Wahlpflichtbereich M.Sc. Bioinformatik: Wahlpflichtbereichmodule Informatik und Wahlpflichtbereichmodule Lebenswissenschaften, Informatik und Bioinformatik M.Sc. Intelligent Adaptive Systems: Wahlpflichtbereichmodule (Required Elective Modules)				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine				
	Empfohlen: Grundkenntnisse der Wissensverarbeitung und der Logik				
Modulverantwortliche(r)	Wermter				
Lehrende	Wermter, N.N.				
Sprache	Deutsch mit deutsch- und gegebenenfalls englischsprachigem Lehrmaterial oder Englisch mit englischsprachigem Lehrmaterial				
Qualifikationsziele	Die Studierenden haben vertieftes Verständnis der Handhabung von Daten-, Informations- und Wissensbeständen für komplexe Domänen. Sie besitzen die Fähigkeit zur Anforderungsanalyse und gezielten Auswahl geeigneter, d.h. adäquater und effizienter Wissensverarbeitungs-konzeptionen. Sie besitzen die Fähigkeit zum Durchdringen komplexer Problemstellungen und zur Erarbeitung adäquater Lösungen im Bereich Intelligenter Systeme.				
Inhalt	Inhaltliche Schwerpunkte sind fortgeschrittene Methoden und Konzeptionen für Wissensrepräsentation sowie Prozesse der Wissensverarbeitung: Beschreibungslogiken, Ontologien, Nicht-deduktives Schlussverfahren, Bayes-Netze, Maschinelles Planen, Hybride Wissensverarbeitung, Wissensbasierte Agenten und Wissensverarbeitung in Multiagentensystemen				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Vorlesung Knowledge Processing			2 SWS	
	Seminar Knowledge Processing			2 SWS	
Angebot auch als VL 3 SWS und Sem 1 SWS möglich.					
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung Knowledge Processing	3	28	42	20
	Seminar Knowledge Processing	3	28	42	20
	Gesamt	6	56	84	40
Studien-/Prüfungsleistungen	Studienleistungen: Regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an dem Seminar (Seminararbeit und Referat in der Unterrichtssprache).				
	Prüfungsleistungen: Die Modulabschlussprüfung findet i.d.R. in Form einer mündlichen Prüfung (über die Gesamtinhalte des Vorlesungs- und Seminaranteils) in der Unterrichtssprache statt. Abweichend ist eine schriftliche Prüfung (Klausur) möglich, die Prüfungsart wird vor der Anmeldung zum Modul bekannt gegeben.				
	Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
Dauer	1 Semester				
Angebot	Wintersemester, jährlich				
Literatur					

## 2 Module der Lehreinheit Biologie

Modultitel	Einführung in die Verhaltensökologie				
Modulnummer/-kürzel	BBIO-WPW-22a				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Biology B.Sc. Biologie: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
Modulverantwortliche(r)	Schneider				
Lehrende	Schneider, N.N.				
Sprache	Deutsch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden haben Kenntnis der wichtigsten Teilbereiche und ausgewählter Modellstudien aus der Verhaltensökologie erlangt. Sie haben ihr Verständnis evolutiver Hypothesen und deren Überprüfung vertieft.				
Inhalt	Grundlagen von Entscheidung bei Tieren; Ökonomieprinzip; evolutionäre Wettläufe; Räuber- & Beutestrategien; Signale; Partnerwahl; Sozialverhalten.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Vorlesung Einführung in die Verhaltensökologie			1 SWS	
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung Einführung in die Verhaltensökologie	-	14	46	30
	Gesamt	3	14	46	30
Studien-/Prüfungsleistungen	Studienleistungen: Keine				
	Prüfungsleistungen: Klausur; mindestens ausreichende Kenntnisse der Inhalte des Moduls müssen nachgewiesen werden				
	Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
Dauer	1 Semester				
Angebot	Wintersemester, jährlich				
Literatur	P. Kappeler: Verhaltensbiologie. Springer, Berlin. In der jeweils aktuellen Auflage. L.E. Dugatkin: Model Systems in Behavioral Ecology. Princeton University Press. In der jeweils aktuellen Auflage.				

Modultitel	<b>Grundlagen der numerischen Modellierung in der Biologie</b>				
Modulnummer/-kürzel	<b>BBIO-WPW-37</b>				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Biology B.Sc. Biologie: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine				
	Empfohlen: Kenntnisse in Ökologie werden empfohlen. (Knowledge in Ecology is recommended.)				
Modulverantwortliche(r)	Porada				
Lehrende	Porada, Halder, Ma, Petersen, N.N.				
Sprache	Deutsch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden besitzen grundlegende Kenntnisse zur mathematischen Beschreibung von biologischen Prozessen. Der Fokus liegt hierbei auf dynamischen Prozessen (z.B. Populationsdynamik). Sie können dieses Wissen anwenden, um mithilfe von Computermodellen die zugrundeliegenden Differentialgleichungen numerisch zu integrieren. Die Studierenden können selbstständig eigene Lösungsansätze für dynamische biologische Prozesse entwickeln und in einem Computermodell umsetzen.				
Inhalt	Grundlagen zur quantitativen Darstellung biologischer Prozesse durch mathematische Funktionen: Exponentielles und logistisches Wachstum, Michaelis-Menten-Kinetik; Ableitung und Integration von Funktionen; Analytische und numerische Lösung von Differentialgleichungen zur Vorhersage dynamischer biologischer Prozesse; Gekoppelte Differentialgleichungen (Box-Modelle). Programmierung in Matlab/Octave und Fortran.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Vorlesung Mathematische Beschreibung biologischer Prozesse			1 SWS	
	Seminar Programmierung mit Matlab/Octave und Fortran			1 SWS	
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	Vorlesung Mathematische Beschreibung biologischer Prozesse	LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Seminar Programmierung mit Matlab/Octave und Fortran	-	14	20	11
	Gesamt	3	28	40	22
Studien-/Prüfungsleistungen	Studienleistungen: Keine				
	Prüfungsleistungen: Hausarbeit (selbstständige Entwicklung und Anwendung eines Vegetations-Prozessmodells zu einer gewählten Fragestellung)				
	Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
Dauer	1 Semester				
Angebot	Wintersemester, jährlich				
Literatur					

Modultitel	<b>Evolutionsbiologie</b>				
Modulnummer/-kürzel	<b>Bio-2</b>				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Biology B.Sc. Biologie: Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
Modulverantwortliche(r)	Dobler				
Lehrende	Dobler, Schneider, N.N.				
Sprache	Deutsch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden haben einen Überblick über die Mechanismen, Prozesse und Ergebnisse der Evolution und ihrer experimentellen Erforschung. An ausgewählten Beispielen haben Sie ein Verständnis für die Verknüpfung naturwissenschaftlicher Disziplinen und unterschiedlicher Herangehensweisen zur Aufklärung evolutionsbiologischer Sachverhalte.				
Inhalt	(folgt)				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Vorlesung Grundlagen der Evolutionsbiologie (Fundamentals in Evolutionary Biology)				2 SWS
	Vorlesung Biologische Fallstudien (Case Studies in Evolutionary Biology)				1 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung Grundlagen der Evolutionsbiologie (Fundamentals in Evolutionary Biology)	-	28	35	18
	Vorlesung Biologische Fallstudien (Case Studies in Evolutionary Biology)	-	14	15	10
	Gesamt	4	42	50	28
Studien-/Prüfungsleistungen	Studienleistungen: Keine				
	Prüfungsleistungen: Klausur; mindestens ausreichende Kenntnisse der Inhalte der Lehrveranstaltungen müssen nachgewiesen werden				
	Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
Dauer	1 Semester				
Angebot	Wintersemester, jährlich				
Literatur					

<b>Modultitel</b>	<b>Introduction to Biological Oceanography and Fisheries Science</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>i-MARSYS 1</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Biology M.Sc. Marine Ecosystems and Fisheries Sciences: Pflichtmodul				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Aberle-Malzahn				
<b>Lehrende</b>	Aberle-Malzahn, N.N.				
<b>Sprache</b>	Englisch				
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden kennen und verstehen grundlegende Fragestellungen, Methoden und den aktuellen Wissensstand in den Bereichen Biologische Ozeanographie und Fischereiwissenschaft.				
<b>Inhalt</b>	Regional Oceanography; taxonomic composition, life cycles, distribution and impact on key groups in phytoplankton, zooplankton, benthos and nekton; key habitats in shelf seas, the open ocean and the deep sea; production processes and control structures in marine food webs; latitudinal gradients and biogeography; life cycles of plankton species; taxonomic groups of commercial importance and their life cycles; fishing techniques and catch trends of main fish stocks; introduction to recruitment research; introduction to fish stock assessment and fisheries management				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Vorlesung Introduction to Biological Oceanography and Fisheries Science			3 SWS	
	Seminar Current Literature in Biological Oceanography and Fisheries Science			2 SWS	
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung Introduction to Biological Oceanography and Fisheries Science	-	42	40	18
	Seminar Current Literature in Biological Oceanography and Fisheries Science	-	28	32	20
	<b>Gesamt</b>	<b>6</b>	<b>70</b>	<b>72</b>	<b>38</b>
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: Keine Prüfungsleistungen: Mündliche Prüfung Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Wintersemester, jährlich				
<b>Literatur</b>	Charles B. Miller "Biological Oceanography"; Timothy R. Parsons and Carol M. Lalli "Biological Oceanography: An Introduction"; Simon Jennings, Michael J. Kaiser and John D. Reynolds "Marine Fisheries Ecology"; Michael King "Fisheries Biology, Assessment and Management"				

<b>Modultitel</b>	<b>Digitale Methoden der organismischen Strukturanalyse</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>MBIO-W-31</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Biology M.Sc. Biologie: Wahlpflichtmodul				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Haas				
<b>Lehrende</b>	Haas, Friedrich, Hammel				
<b>Sprache</b>	Deutsch oder Englisch, i.d.R. deutsch				
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden besitzen einen Überblick über die Art und Formate von digitalen Datensätzen. Sie verstehen die Arbeitsschritte, reale Objekte in digitale, bearbeitbare Objekte umzuwandeln. Sie erlernen, erinnern und verstehen die Grundlagen im theoretischen Teil. Sie erwerben grundlegende Befähigung in verschiedenen Software-Paketen, um die Grundlagen auf digitale Datensätze anzuwenden, diese zu beurteilen, ggf. zu quantifizieren. Sie werden in Publikationsqualität visualisiert.				
<b>Inhalt</b>	Übung: Erlernen von Grundkompetenzen in essentiellen Software-Paketen (ImageJ, Amira, Modo) für die digitale organismische Strukturanalyse, Morphometrie, Visualisierung und Animation. Praktikum: Exemplarische Bearbeitung eines realen Objektes vom Objekt über die Aufbereitung zur Digitalisierung (Histologie und Schnittdigitalisierung) bis hin zur Rekonstruktion und Vermessung am Computer.				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Übungen Softwareübung zur organismischen Strukturanalyse			3 SWS	
	Praktikum zur organismischen Strukturanalyse			6 SWS	
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Übungen Softwareübung zur organismischen Strukturanalyse	-	42	42	30
	Praktikum zur organismischen Strukturanalyse	-	84	48	30
	Gesamt	9	126	90	60
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: Keine Prüfungsleistungen: Mündliche Prüfung Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Wintersemester, jährlich				
<b>Literatur</b>	Aktuelle Literatur wird gestellt.				

<b>Modultitel</b>	<b>Modellierung der Vegetation im Erdsystem</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>MBIO-W-38</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Biology M.Sc. Biologie: Wahlmodul				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: Fortgeschrittene Kenntnisse in Pflanzenphysiologie und Ökologie werden empfohlen. (Advanced knowledge in Plant Physiology and Ecology is recommended.)				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Porada				
<b>Lehrende</b>	Porada, N.N.				
<b>Sprache</b>	Deutsch oder Englisch, i.d.R. deutsch				
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden besitzen grundlegende Kenntnisse zur Wirkung von Klimafaktoren auf die Funktionen der Vegetation (Photosynthese, Wasseraufnahme, Wachstum), und zur Rückwirkung der Vegetation auf das Klima. Sie können dieses Wissen anwenden zur quantitativen Bestimmung von Vegetationsfunktionen anhand von vorgegebenen Klimadaten. Weiterhin können sie für gegebene Vegetationsprozesse selbstständig eigene Modellansätze entwickeln. Die Studierenden haben grundlegende Kenntnisse zu globalen Computermodellen der Landoberfläche.				
<b>Inhalt</b>	Grundlagen zu Interaktionen von Vegetation mit ihrer Umwelt; Mathematische Beschreibung von biogeochemischen und ökologischen Prozessen in Zusammenhang mit Vegetation: Photosynthese, Atmung, Wachstum; Energiebilanz und Wasserhaushalt der Landoberfläche und des Bodens; biotische Interaktionen; Programmierung in Matlab und Fortran; Funktionsweise von globalen Vegetationsmodellen und parallele Programmierung; Methoden zur Abstraktion von lokalen Prozessen auf die globale Skala.				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Vorlesung Die Funktion der Vegetation im Erdsystem				1 SWS
	Übungen Prozessbasierte Modellierung von Vegetation				1 SWS
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung Die Funktion der Vegetation im Erdsystem	-	14	20	11
	Übungen Prozessbasierte Modellierung von Vegetation	-	14	20	11
	<b>Gesamt</b>	<b>3</b>	<b>28</b>	<b>40</b>	<b>22</b>
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: Keine				
	Prüfungsleistungen: Hausarbeit (selbstständige Entwicklung und Anwendung eines Vegetations-Prozessmodells zu einer gewählten Fragestellung)				
	Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Sommersemester, jährlich				
<b>Literatur</b>	Wird zu Beginn des Moduls bekanntgegeben				

<b>Modultitel</b>	<b>Interaktionen von Biota mit globalen Stoffkreisläufen von der Erdvergangenheit bis in die Zukunft</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>MBIO-W-49</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Biology M.Sc. Biologie: Wahlmodul				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: Fortgeschrittene Kenntnisse in Evolutionsbiologie, Biodiversität der Tiere und Pflanzen, sowie Ökologie und Biostatistik werden empfohlen. (Advanced knowledge of evolutionary biology, animal and plant biodiversity, ecology and biostatistics is recommended.)				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Porada				
<b>Lehrende</b>	Porada, N.N.				
<b>Sprache</b>	Deutsch oder Englisch, i.d.R. deutsch				
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden besitzen grundlegende Kenntnisse zu Interaktionen zwischen Biota und den relevanten Stoffkreisläufen des Erdsystems (Kohlenstoff, Wasser, Stickstoff, Phosphor, etc.). Sie können dieses Wissen anwenden, um die Bedeutung von Lebewesen für das globale Klima auf unterschiedlichen Zeitskalen einzuordnen. Die Studierenden können selbstständig wissenschaftliche Publikationen zum Thema verstehen, zusammenfassen und analysieren sowie die Ergebnisse dieser Analyse in einem Vortrag vorstellen.				
<b>Inhalt</b>	Die Rolle von Lebewesen für globale biogeochemische Stoffkreisläufe und die damit verbundene Entwicklung des globalen Klimas von der Erdvergangenheit bis in die Zukunft wird anhand von Literaturrecherche analysiert. Die Studierenden lesen zu einem selbstgewählten Thema aus dem Bereich mehrere Studien und erstellen auf dieser Basis einen Vortrag, welcher einen Aspekt der Interaktionen von Biota mit globalen Stoffkreisläufen behandelt.				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Seminar Interaktionen von Biota mit globalen Stoffkreisläufen von der Erdvergangenheit bis in die Zukunft			2 SWS	
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>	Seminar Interaktionen von Biota mit globalen Stoffkreisläufen von der Erdvergangenheit bis in die Zukunft	LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
		-	28	40	22
	Gesamt	3	28	40	22
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: Keine Prüfungsleistungen: Referat (30 min + 15 min Diskussion, zu einer gewählten Fragestellung) Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Wintersemester, jährlich				
<b>Literatur</b>	Wird zu Beginn des Moduls bekanntgegeben				

<b>Modultitel</b>	<b>Introduction to Molecular Plant Science</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>MoPS-01</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Biology M.Sc. Molecular Life Sciences: Pflichtmodul				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Hoth				
<b>Lehrende</b>	Hoth, N.N.				
<b>Sprache</b>	Englisch				
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden sind mit den aktuellen Themen der Molekularen Pflanzenwissenschaften, insbesondere der Pflanzenphysiologie, -entwicklungsbiologie, und -genetik und der Infektionsbiologie vertraut.				
<b>Inhalt</b>	Current concepts of Molecular Plant Science, with special emphasis on Plant Physiology, Plant Development and Plant Pathology				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Vorlesung Introduction to Molecular Plant Science				2 SWS
	Seminar Case Studies				2 SWS
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung Introduction to Molecular Plant Science	-	28	56	0
	Seminar Case Studies	-	28	56	12
	Gesamt	6	56	112	12
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: Keine Prüfungsleistungen: Mündliche oder schriftliche Prüfung Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Wintersemester, jährlich				
<b>Literatur</b>	Handed out at the beginning of the lecture				

<b>Modultitel</b>	<b>Ethics in Biology</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>MoPS-05</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Biology M.Sc. Molecular Life Sciences: Pflichtmodul				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Stirn				
<b>Lehrende</b>	Stirn, N.N.				
<b>Sprache</b>	Englisch				
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studenten sind vertraut mit unterschiedlichen ethischen Konzepten als Schlüssel für das Verstehen, warum Menschen neue wissenschaftliche Erkenntnisse und technische Innovationen unterschiedlich bewerten. Sie sind in der Lage, eine eigene Position kritisch reflexiv und verantwortungsbewusst zu entwickeln, zu begründen und zu vertreten. Sie kennen gesellschaftliche Regulierungsverfahren und Möglichkeiten, sich aktiv zu beteiligen.				
<b>Inhalt</b>	Global challenges; ethical concepts; perceptions of scientific and technical innovations in the sciences and the public; preconditions in and consequences for society and the environment; criteria for evaluating innovations; international comparison of government options to regulate innovations				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Vorlesung Ethics in Biology			2 SWS	
	Seminar Ethics in Biology			2 SWS	
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung Ethics in Biology	-	28	56	0
	Seminar Ethics in Biology	-	28	56	12
	Gesamt	6	56	112	12
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: Keine Prüfungsleistungen: Hausarbeit Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Sommersemester, jährlich				
<b>Literatur</b>	Handed out at the beginning of the lecture				

### 3 Module der Lehreinheit Chemie

Modultitel	<b>Physikalische Chemie I: Allgemeine Einführung in die Physikalische Chemie</b>				
Modulnummer/-kürzel	<b>CHE 002 A</b>				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	B.Sc. Computing in Science: Schwerpunkt Biochemie/Chemie: Pflichtbereich M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Chemistry B.Sc. Chemie: Pflichtmodul B.Sc. Lebensmittelchemie: Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
Modulverantwortliche(r)	Abetz				
Lehrende	Lehrende des Fachbereichs Chemie				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. deutsch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind in der Lage, grundlegende Prinzipien der klassischen Thermodynamik zu verstehen und thermodynamische Vorgänge zu beschreiben. Sie können zwischen verschiedenen Prozessen differenzieren und verstehen das Prinzip von Kreisprozessen. Die Studierenden sind mit den Zustandsgleichungen idealer Gase und Mischungen vertraut. Ferner sind sie fähig, chemische Gleichgewichte zu beschreiben und zwischen verschiedenen Reaktionsordnungen zu differenzieren.				
Inhalt	Gleichgewicht, intensive und extensive Größen, SI-Basiseinheit, Temperatur, nullter Hauptsatz der Thermodynamik, Zustandfunktionen und totale Differentiale, Wärmekapazität, Einführung in kinetische Gastheorie, isotherme, adiabatische, isochore und isobare Prozesse, Zustandsgleichung idealer Gase und Mischungen, Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Arbeit & Wärme, innere Energie und Enthalpie, Kreisprozesse, Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik und Entropie, Gibbs'sche Fundamentalgleichung und chemisches Potential, chemisches Gleichgewicht, Reaktionsordnung und Reaktionsgeschwindigkeit, Arrhenius-Gleichung.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Vorlesung Physikalische Chemie I: Allgemeine Einführung in die Physikalische Chemie			2 SWS	
	Übungen Physikalische Chemie I: Allgemeine Einführung in die Physikalische Chemie			1 SWS	
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung Physikalische Chemie I: Allgemeine Einführung in die Physikalische Chemie	3	28	42	20
	Übungen Physikalische Chemie I: Allgemeine Einführung in die Physikalische Chemie	1,5	13	22	10
	Gesamt	4,5	41	64	30
Studien-/Prüfungsleistungen	Studienleistungen: Keine				
	Prüfungsleistungen: Klausur				
	Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
Dauer	1 Semester				
Angebot	Wintersemester, jährlich				
Literatur	Physikalische Chemie, P.W. Atkins/J. de Paula, Wiley-VCH Lehrbuch der Physikalischen Chemie, G. Wedler, Wiley-VCH Physikalische Chemie, T. Engel/P. Reid, Pearson Studium				

Modultitel	Einführung in die Biochemie				
Modulnummer/-kürzel	<b>CHE 008</b>				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	B.Sc. Computing in Science: Schwerpunkt Biochemie/Chemie: Pflichtbereich M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Chemistry M.Sc. Bioinformatik: Angleichungs-/Übergangsmodule B.Sc. Chemie: Pflichtmodul B.Sc. Molecular Life Sciences: Pflichtmodul B.Sc. Lebensmittelchemie: Pflichtmodul B.Sc. Nanowissenschaften: Pflichtmodul M.Sc. Kosmetikwissenschaft: Angleichungsmodul B.Ed. Teilstudiengang Chemie (LAS, LAB, LAS-Sek): Wahlpflichtmodul B.Ed. Teilstudiengang Chemietechnik (LAB): Wahlpflichtmodul B.A.-Studiengänge mit Chemie als Nebenfach: Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
Modulverantwortliche(r)	Ignatova				
Lehrende	Lehrende des Fachbereichs Chemie				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. deutsch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden besitzen eine grundlegende Fachkompetenz im Fach Biochemie. Sie können zelluläre Strukturen beschreiben. Sie besitzen grundlegende Kenntnisse über die Struktur und Eigenschaften der Basismakromoleküle der Zelle wie Proteine, Nukleinsäuren, Fette und Zucker. Die Studierenden haben ein Verständnis über die zellulären Funktionen der Biomoleküle und können grundlegende Methoden zu deren Charakterisierung beschreiben. Sie verstehen die grundlegenden Prinzipien der Proteinfunktion, d.h. der strukturellen und katalytischen Funktion sowie der Nukleinsäurefunktion als Hauptelemente des Prozesses der Übertragung der genetischen Information. Die Studierenden sind in der Lage, aufbauend auf den grundlegenden beispielhaften biochemischen Prozessen, diese in komplexere und verzweigte biochemische Wege selbstständig zu differenzieren und die Regulationspunkte dieser zu erkennen. Die Studierenden verstehen die biophysikalischen Eigenschaften der Proteine und Nukleinsäuren und somit die grundlegenden Aspekte unterschiedlicher biochemischer Methoden zu ihrer Charakterisierung und können dieses Wissen bei der Identifizierung und Charakterisierung zellulärer Makromoleküle praktisch umsetzen und anwenden.				
Inhalt	Aminosäuren, Peptide und Proteine, Proteinstruktur, katalytische und Strukturfunktionen, Enzyme; Lebenszyklus der Proteine in der Zelle. Kohlenhydrate und Lipide; Membranenaufbau; Funktion der Zellmembran. Aufbau, Struktur und Funktion von Nukleinsäuren, Übertragung der genetischen Information, DNA-Replikation, Transkription, RNA-Reifung, Genetischer Code, Translation. Vielfältigkeit der Lebensformen – Beispiele unterschiedlicher Zellen.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Vorlesung Einführung in die Biochemie				2 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung Einführung in die Biochemie	3	28	42	20
	Gesamt	3	28	42	20
Studien-/Prüfungsleistungen	Studienleistungen: Keine				
	Prüfungsleistungen: Klausur				
	Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
Dauer	1 Semester				
Angebot	Wintersemester, jährlich				
Literatur	Ein allgemeines Lehrbuch der Biochemie (nur die aktuellsten und neuesten Auflagen) wie z.B.: Lehninger Biochemie, D. Nelson, M. Cox, Springer Verlag Biochemie, J.M. Berg, L.Stryer, J.L. Tymoczko, Spektrum Verlag Lehrbuch der Biochemie, Voet, Voet, Pratt, Wiley-VCH				

Modultitel	<b>Theoretische Chemie</b>				
Modulnummer/-kürzel	<b>CHE 015 CIS</b>				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	B.Sc. Computing in Science: Schwerpunkt Biochemie/Chemie: Wahlpflichtbereich 2 Vertiefung Chemie M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Chemistry M.Sc. Bioinformatik: Wahlpflichtbereichmodule Lebenswissenschaften B.Sc. Chemie: Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: CHE 002 A, CHE 070 A, CHE 071, CHE 072; für das Projekt: Programmierkenntnisse Abweichende Empfehlung M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Kenntnisse der physikalischen Chemie Abweichende Empfehlung M.Sc. Bioinformatik: Kenntnisse der physikalischen Chemie				
Modulverantwortliche(r)	Bester, Herrmann				
Lehrende	Lehrende des Fachbereichs Chemie				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. deutsch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind in der Lage, allgemeine Prinzipien und Modelle der Theoretischen Chemie zu diskutieren. Auf dieser Basis können sie zwischen den unterschiedlichen elektronischen Strukturen von Molekülen und Festkörpern differenzieren und die Unterschiede analysieren und vergleichen. Im Projekt werden die gelernten Verfahren praktisch in Computerprogramme umgesetzt.				
Inhalt	Quantenmechanische Modelle, Elektronische Struktur von Molekülen (Hückel) und Festkörpern (Bandstrukturen) – im Detail: Grundlagen Quantenmechanik, Born-Oppenheimer-Näherung, Potentialenergiehyperflächen, Strukturoptimierung, Infrarotspektroskopie und Übergangszustände, genähertes Lösen der elektronischen Schrödingergleichung, Pauli-Prinzip und Slater-Determinante, Variationstheorie, Optimieren unter Nebenbedingungen, Hartree-Fock-Gleichungen, LCAO-Methode, Hückel-Theorie, Elektronenkorrelation, Dichtefunktionaltheorie (DFT), Basissätze in der Praxis, Festkörper (Bandstrukturen).				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Vorlesung Theoretische Chemie			1 SWS	
	Übungen Theoretische Chemie			1 SWS	
	Projekt Theoretische Chemie			2 SWS	
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung Theoretische Chemie	1,5	14	21	10
	Übungen Theoretische Chemie	1,5	13	25	7
	Projekt Theoretische Chemie	3	28	62	0
	Gesamt	6	55	108	17
Studien-/Prüfungsleistungen	Studienleistungen: Voraussetzungen für die Modulabschlussprüfung sind die regelmäßige Teilnahme in den Übungen und im Projekt (Anwesenheitspflicht) und die Präsentation einzelner Übungsaufgaben sowie der Projektabschluss (unbenotet).				
	Prüfungsleistungen: Modulabschlussprüfung Klausur				
	Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
Dauer	1 Semester				
Angebot	Wintersemester, jährlich				
Literatur					

Modultitel	<b>Computerchemie – Vorlesungsmodul</b>				
Modulnummer/-kürzel	<b>CHE 026 A</b>				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	B.Sc. Computing in Science: Schwerpunkt Biochemie/Chemie: Vertiefung Biochemie/Chemie M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Chemistry B.Sc. Chemie: Wahlmodul B.Sc. Nanowissenschaften: Wahlmodul B.Sc. Physik: Wahlmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: CHE 002 A, CHE 070 A Abweichende Empfehlung M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Einführende Veranstaltungen der physikalischen Chemie				
Modulverantwortliche(r)	Bester, Herrmann				
Lehrende	Lehrende des Fachbereichs Chemie				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. deutsch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind in der Lage, die theoretischen Grundlagen chemischer Simulationen und datenbasierter Methoden in der Chemie zu erklären und zu diskutieren, sie zur Lösung konkreter chemischer Fragestellungen anzuwenden, sowie problemspezifisch geeignete Modellparameter und Näherungen auszuwählen. Sie sind ferner in der Lage, verschiedene Näherungen in chemischen Simulationen zu vergleichen und zu bewerten.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen von Kraftfeldmethoden, Anwendungsbeispiele (z.B. nichtbindende Wechselwirkungen, Moleküle in Lösungen)</li> <li>• Molekulardynamik-Simulationen, gemittelte Moleküleigenschaften</li> <li>• Statistische Fehleranalyse</li> <li>• Molekülstrukturoptimierung mit ausgewählten Anwendungen, z.B. für die Übergangszustandssuche und Berechnung von Reaktionsprofilen</li> <li>• Thermodynamische Korrekturen zu Molekül-Berechnungen (Bedeutung der Entropie), Übergangszustandstheorie</li> <li>• Theoretische Grundlagen ausgewählter Machine-Learning-Algorithmen wie Gaussian Process Regression</li> <li>• Vergleich ausgewählter Deskriptoren für das maschinelle Lernen in der Chemie</li> <li>• Dimensionsreduktion und Clustering-Algorithmen in der Chemie</li> <li>• Dichtefunktionaltheorie</li> <li>• Elektronenkorrelation und Dissoziationskurven</li> <li>• Chemische Bindung im Festkörper und an Oberflächen</li> <li>• Bandstrukturen und Zustandsdichten</li> <li>• Berechnung von IR-Schwingungsspektren</li> </ul>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Vorlesung Molekulardynamik und maschinelles Lernen			2 SWS	
	Vorlesung Dichtefunktionaltheorie und chemische Bindung			2 SWS	
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	Vorlesung Molekulardynamik und maschinelles Lernen	LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung Dichtefunktionaltheorie und chemische Bindung	3	28	42	20
	Gesamt	6	56	84	40
Studien-/Prüfungsleistungen	Studienleistungen: Keine				
	Prüfungsleistungen: Klausur				
	Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
Dauer	1 Semester				
Angebot	Sommersemester, jährlich				
Literatur	F. Jensen, Introduction to Computational Chemistry, Wiley VCH, Weinheim, 3. Auflage 2017 J. Reinhold, Quantentheorie der Moleküle, Springer Spektrum, Wiesbaden, 5. Auflage 2015 S. Raschka, V. Mirjalili, Machine Learning mit Python, MITP-Verlags-GmbH, Frechen, 2. Auflage 2018 K.P. Murphy, Machine Learning – A Probabilistic Perspective, MIT Press, Cambridge MA, 2012				

<b>Modultitel</b>	<b>Physikalische Chemie II: Einführung in die Quantenmechanik</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>CHE 070 A</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	B.Sc. Computing in Science: Schwerpunkt Biochemie/Chemie: Wahlpflichtbereich 2 Vertiefung Chemie M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Chemistry B.Sc. Chemie: Pflichtmodul B.Sc. Lebensmittelchemie: Pflichtmodul				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: CHE 002 A				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Bester, Kipp				
<b>Lehrende</b>	Lehrende des Fachbereichs Chemie				
<b>Sprache</b>	Deutsch oder Englisch, i.d.R. deutsch				
<b>Qualifikationsziele</b>	Das Ziel dieses Moduls ist die Schaffung grundlegender Kenntnisse über die allgemeinen Prinzipien der Quantenmechanik. Ihre Bedeutung und ihre Notwendigkeit werden von den Studierenden erkannt. Sie sind vertraut mit dem Prinzip des Welle-Teilchen-Dualismus. Die Studierenden sind in der Lage, zwischen Operatoren und Observablen zu differenzieren und können die Schrödinger-Gleichung auf einfache Systeme anwenden. Die Studierenden sind befähigt, das Teilchen-im-Kasten-Modell zu erklären und ihre erlangten Kenntnisse auf die quantenmechanische Beschreibung des Wasserstoffatoms anzuwenden.				
<b>Inhalt</b>	Versagen der klassischen Physik, Einführung in die Quantentheorie: Photoelektrischer Effekt, Planck'sches Strahlungsgesetz, Welle-Teilchen-Dualismus. Schröder-Gleichung, Postulate der Quantenmechanik, Operatoren und Observablen, Heisenberg'sche Unschärferelation, exakte analytische Lösung der Schrödinger-Gleichung für einfache Systeme, Teilchen-im-Kasten-Modell, Wasserstoffatom, Elektronenspin.				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Vorlesung Physikalische Chemie II: Einführung in die Quantenmechanik			2 SWS	
	Übungen Physikalische Chemie II: Einführung in die Quantenmechanik			1 SWS	
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung Physikalische Chemie II: Einführung in die Quantenmechanik	3	28	42	20
	Übungen Physikalische Chemie II: Einführung in die Quantenmechanik	1,5	13	22	10
	Gesamt	4,5	41	64	30
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: Keine Prüfungsleistungen: Klausur Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Sommersemester, jährlich				
<b>Literatur</b>	Physikalische Chemie, P.W. Atkins/J. de Paula, Wiley-VCH Lehrbuch der Physikalischen Chemie, G. Wedler, Wiley-VCH Physikalische Chemie, T. Engel/P. Reid, Pearson Studium Atom- und Quantenphysik, H. Haken/H.C. Wolf, Springer				

Modultitel	<b>Physikalische Chemie III: Vertiefung zentraler Themen der Physikalischen Chemie</b>				
Modulnummer/-kürzel	<b>CHE 071</b>				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	B.Sc. Computing in Science: Schwerpunkt Biochemie/Chemie: Pflichtbereich M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Chemistry M.Sc. Bioinformatik: Wahlpflichtbereichmodule Lebenswissenschaften und Wahlpflichtbereichmodule Lebenswissenschaften, Informatik und Bioinformatik B.Sc. Chemie: Pflichtmodul B.Sc. Lebensmittelchemie: Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: CHE 002 A Abweichende Empfehlung M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Einführende Veranstaltungen der physikalischen Chemie Abweichende Empfehlung M.Sc. Bioinformatik: Einführende Veranstaltungen der physikalischen Chemie				
Modulverantwortliche(r)	Abetz, Bester				
Lehrende	Lehrende des Fachbereichs Chemie				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. deutsch				
Qualifikationsziele	Das Modul erweitert wichtige Grundlagen in den Bereichen der Thermodynamik, Kinetik und Elektrochemie. Die Studierenden sind in der Lage, Mischphasen zu beschreiben und Phasengleichgewichte zu interpretieren. Sie verstehen die Aussagen der Faraday'schen Gesetze und können diese auf atomare/molekulare elektrochemische Prozesse anwenden. Die Studierenden erkennen die zentrale Bedeutung der Nernst-Gleichung und können diese anwenden. Die Studierenden kennen zentrale elektrochemische Methoden wie die Cyclovoltammetrie und sind befähigt, solche Messdaten zu beschreiben und zu interpretieren.				
Inhalt	Theorem der korrespondierenden Zustände, Joule-Thomson-Effekt, Mischphasen, partielle Größen und Gibbs-Duhem'sche Gleichung, Dritter Hauptsatz der Thermodynamik, Nernst-Theorem, Phasengleichgewichte und Gibbs'sche Phasenregel, Dampfdruckerniedrigung/Siedepunktserhöhung, kolligative Eigenschaften und osmotischer Druck, Gefrierpunktserniedrigung, Phasendiagramme und Grenzflächengleichgewichte, Adsorption und Benetzung, Aufbau einer elektrochemischen Zelle, Faraday-Gesetze, starke und schwache Elektrolyte, Debye-Hückel-Theorie, Ladungstransport und Grenzleitfähigkeit, Nernst-Gleichung, elektrochemische Doppelschicht und Elektrodenkinetik, Cyclovoltammetrie, Korrosion, Grundlagen der elektrochemischen Energiespeicherung und Energiewandlung.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Vorlesung Physikalische Chemie III: Vertiefung zentraler Themen der Physikalischen Chemie			2 SWS	
	Übungen Physikalische Chemie III: Vertiefung zentraler Themen der Physikalischen Chemie			1 SWS	
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	Vorlesung Physikalische Chemie III: Vertiefung zentraler Themen der Physikalischen Chemie	LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Übungen Physikalische Chemie III: Vertiefung zentraler Themen der Physikalischen Chemie	3	28	42	20
	Gesamt	4,5	41	64	30
Studien-/Prüfungsleistungen	Studienleistungen: Keine				
	Prüfungsleistungen: Klausur				
	Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
Dauer	1 Semester				
Angebot	Sommersemester, jährlich				
Literatur	Physikalische Chemie, P.W. Atkins/J. de Paula, Wiley-VCH Lehrbuch der Physikalischen Chemie, G. Wedler, Wiley-VCH Physikalische Chemie, T. Engel/P. Reid, Pearson Studium Atom- und Quantenphysik, H. Haken/H.C. Wolf, Springer Molekülphysik und Quantenchemie, H. Haken/H.C. Wolf, Springer				

<b>Modultitel</b>	<b>Allgemeine und Anorganische Chemie</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>CHE 080 A</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	B.Sc. Computing in Science: Schwerpunkt Biochemie/Chemie: Pflichtbereich M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Chemistry B.Sc. Biologie: Pflichtmodul B.Sc. Marine Ökosystem- und Fischereiwissenschaften: Pflichtmodul B.A.-Studiengänge mit Chemie als Nebenfach: Wahlpflichtmodul				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine				
	Empfohlen: keine				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Wittenburg				
<b>Lehrende</b>	Lehrende des Fachbereichs Chemie				
<b>Sprache</b>	Deutsch oder Englisch, i.d.R. deutsch				
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden sind in der Lage, den Zusammenhang zwischen den Eigenschaften chemischer Elemente bzw. chemischen Prozessen in sprachlicher Beschreibung und in chemischer Formulierung wiederzugeben. Sie können sich die Erstellung chemischer Reaktionsgleichungen auf Basis stöchiometrischer Grundlagen und des Massenwirkungsgesetzes selbstständig erarbeiten und dabei notwendige Maßeinheiten richtig anwenden. Sie verstehen den Aufbau von Atomen und können zwischen den Eigenschaften des Atomkerns und der Elektronenhülle unterscheiden. Sie besitzen die Fähigkeit, die verschiedenen chemischen Bindungsarten auf Basis physikalischer und chemischer Grundkenntnisse zu verstehen und ein Urteilsvermögen dafür zu entwickeln, in welchen Verbindungen oder Elementen welcher Bindungstyp vorliegt. Sie haben das Aufbauprinzip des Periodensystems der Elemente verstanden und können daraus einfache Eigenschaften von Elementen ableiten. Entsprechend können sie wichtige Stoffkreisläufe und Reaktionstypen nennen und erläutern.				
<b>Inhalt</b>	Grundlegende Konzepte der Chemie, Konzentrationsangaben, Stöchiometrie, Natur der chemischen Bindung, Energetik chemischer Reaktionen, Gleichgewichtsreaktionen, Katalyse, Gasgesetze, Säure-Base-Reaktionen, Puffer, Redoxreaktionen, Nachweisreaktionen für die wichtigsten Ionen, moderne Analyseverfahren, Systematik im Periodensystem, "Stoffchemie" – soweit biologisch relevant: Grundlegendes zur Natur koordinativer Verbindungen, Komplexverbindungen, Bioverfügbarkeit, Biomineralisation.				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Vorlesung Allgemeine und Anorganische Chemie			4 SWS	
	Übungen Allgemeine und Anorganische Chemie			2 SWS	
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung Allgemeine und Anorganische Chemie	4	56	44	20
	Übungen Allgemeine und Anorganische Chemie	2	26	24	10
	Gesamt	6	82	68	30
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: Voraussetzungen zur Modulprüfung: Übungsabschluss				
	Prüfungsleistungen: Klausur				
	Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Wintersemester, jährlich				
<b>Literatur</b>					

Modultitel	Organische Chemie				
Modulnummer/-kürzel	<b>CHE 081A</b>				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	B.Sc. Computing in Science: Schwerpunkt Biochemie/Chemie: Pflichtbereich M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Chemistry B.Sc. Biologie: Pflichtmodul B.Sc. Marine Ökosystem- und Fischereiwissenschaften: Pflichtmodul B.Sc. Nanowissenschaften: Pflichtmodul B.Ed. Teilstudiengang Chemie (LAB, LAS-Sek): Pflichtmodul B.A.-Studiengänge mit Chemie als Nebenfach: Pflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: CHE 080 A				
Modulverantwortliche(r)	Stark, Ehrlich				
Lehrende	Lehrende des Fachbereichs Chemie				
Sprache	Deutsch oder Englisch, i.d.R. deutsch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden haben eine grundlegende Fachkompetenz in organischer Chemie. Sie sind in der Lage, funktionelle Gruppen komplexer Moleküle zu erkennen und Beispielverbindungen den entsprechenden (Natur-)Stoffklassen zuzuordnen. Sie können Moleküle entsprechend der IUPAC-Nomenklatur benennen und stereochemische Begriffe korrekt anwenden. Sie sind mit den wichtigsten Reaktionen der funktionellen Gruppen vertraut und können deren Synthesen und Reaktionsweisen einschließlich der Reaktionsmechanismen formulieren bzw. anwenden.				
Inhalt	Alkane (Konformation von Alkanen), Cycloalkane (Ringspannung, Sesselkonformation), Halogenalkane, radikalische Substitution, nucleophile Substitution an aliphatischen Systemen ( $S_N1$ , $S_N2$ ), Alkanole, Alkene (Eliminierung, elektrophile Addition), Aromatische Verbindungen (elektrophile Substitution, Erst- und Zweitsubstitution), Alkine, Carbonylverbindungen (Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren, Ester, Fette, Öle, Wachse, Phospholipide), Amine, Aminosäuren, Peptide, Proteine, Kohlenhydrate, Isomerie (Strukturisomere, Stereoisomere, Konformationsisomere, chirale Verbindungen, <i>cis-/trans</i> -Isomerie).				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Vorlesung Organische Chemie			3 SWS	
	Übungen Organische Chemie			2 SWS	
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung Organische Chemie	4	42	63	15
	Übungen Organische Chemie	2	26	20	14
	Gesamt	6	68	83	29
Studien-/Prüfungsleistungen	Studienleistungen: Keine				
	Prüfungsleistungen: Klausur				
	Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
Dauer	1 Semester				
Angebot	Sommersemester, jährlich				
Literatur	Organische Chemie, P.Y. Bruice. Aktuelle Auflage, Pearson Organikum, aktuelle Auflage, Wiley VCH				

<b>Modultitel</b>	<b>Electronic Transport in Molecules and Nanoscopic Systems</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>CHE 136</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Chemistry M.Sc. Chemie : Wahlpflichtmodul M.Sc. Nanowissenschaften Wahlpflichtmodul				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: Grundlagen der Quantenmechanik sowie grundlegende Python-Kenntnisse				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Herrmann, Deffner				
<b>Lehrende</b>	Lehrende des Fachbereichs Chemie				
<b>Sprache</b>	Deutsch oder Englisch				
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden sind in der Lage, verschiedene Modelle und Mechanismen der elektrischen Leitfähigkeit für unterschiedliche Systeme zu erklären, diskutieren und zu bewerten. Sie sind in der Lage, numerische Modelle zu konstruieren und mit diesen Simulationen durchzuführen.				
<b>Inhalt</b>	<p>Detaillierte Einführung in verschiedene Modelle der elektrischen Leitfähigkeit, mit einem Fokus auf die Phänomene und Konzepte in der molekularen Elektronik, Spintronik und anderer nanoskopischer Systeme. Besprochen werden unter anderem:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wieso molekulare Elektronik und Spintronik?</li> <li>• Verschiedene Transport-Mechanismen (Tunneln, Hopping) – woraus muss man bei der theoretischen Beschreibung achten?</li> <li>• Ladungstransport durch Nanopartikel und Nanopartikelnetzwerke</li> <li>• Zusammenhang Struktur-Leitwert</li> <li>• Quanteninterferenz – wieso leiten manche Moleküle deutlich schlechter als strukturell sehr ähnliche?</li> <li>• Einfluss von Magnetfeldern und ungepaarten Spins, helikale Moleküle als Spinfilter</li> <li>• Moleküle als Gleichrichter</li> <li>• Schaltbare Moleküle</li> <li>• Molekulare Optoelektronik</li> <li>• Mechanische Kontrolle</li> <li>• Transport durch zweidimensionale Systeme</li> <li>• Welche Anwendungsmöglichkeiten gibt es?</li> </ul> <p>Diese Themen werden ergänzt durch Simulationen und Modelle, welche von den Studierenden selber durchgeführt oder angepasst werden.</p>				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Vorlesung Electronic Transport in Molecules and Nanoscopic Systems			2 SWS	
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>	Vorlesung Electronic Transport in Molecules and Nanoscopic Systems	LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
		3	28	42	20
	Gesamt	3	28	42	20
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: Keine				
	Prüfungsleistungen: Referat				
	Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Sommersemester, jährlich				
<b>Literatur</b>					

<b>Modultitel</b>	<b>Einführung in die Medizinische Chemie</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>CHE 356</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	B.Sc. Computing in Science: Schwerpunkt Biochemie/Chemie: Pflichtbereich M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Chemistry M.Sc. Bioinformatik: Angleichungs-/Übergangsmodule M.Sc. Kosmetikwissenschaft: Wahlpflichtmodul B.Sc. Molecular Life Sciences: Wahlpflichtmodul B.Sc. Biologie: Wahlpflichtmodul B.A.-Studiengänge mit Chemie als Nebenfach: Wahlpflichtmodul Wahlmodul in verschiedenen Studiengängen				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: Einführende Veranstaltungen der Chemie und Biochemie				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Lemcke				
<b>Lehrende</b>	Lehrende des Fachbereichs Chemie				
<b>Sprache</b>	Deutsch oder Englisch, i.d.R. deutsch				
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden kennen und verstehen grundlegende Fachbegriffe und Problemstellungen der Medizinischen Chemie. Sie verstehen die grundlegenden Prinzipien, die die Wechselwirkung von Arzneistoffen mit den molekularen Zielstrukturen im menschlichen Organismus bestimmen und beeinflussen und können Beispiele aus diesem Bereich benennen und interpretieren. Die Studierenden kennen verschiedene Techniken, die von medizinischen Chemikern im Rahmen der Wirkstoffentwicklung, insbesondere bei der Leitstrukturfindung und -optimierung, angewendet werden.				
<b>Inhalt</b>	Es wird eine kurze Einführung in die Medizinische Chemie gegeben. Dabei werden eingesetzte Arbeitstechniken vorgestellt und an ausgewählten Beispielen werden Grundsätze und Vorgehensweisen erarbeitet. Themen sind: Grundlagen der Arzneistoffwirkung; Angriffsorte für Arzneistoffe; Wechselwirkungen zwischen Wirkstoffen und biologischen Systemen; Agonisten – Antagonisten; Prinzipien der Wirkstoffentwicklung; Beispiele wichtiger Wirkstoffklassen und Zielstrukturen.				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Vorlesung Einführung in die Medizinische Chemie			2 SWS	
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung Einführung in die Medizinische Chemie	3	28	42	20
	Gesamt	3	28	42	20
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: Keine				
	Prüfungsleistungen: Klausur				
	Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Wintersemester, jährlich				
<b>Literatur</b>	Lehninger Biochemie, D. Nelson, M. Cox, 4. Auflage 2008, Springer Verlag Biochemie, J.M. Berg, L. Stryer, J.L. Tymoczko, 6. Auflage 2007, Spektrum Akademischer Verlag Lehrbuch der Biochemie, 1. Auflage 2002, D.J. Voet, J.G. Voet, C.W. Pratt, Wiley-VCH Bioanalytik, F. Lottspeich, J. Engels, A. Simeon, 2. Auflage 2006, Spektrum Akademischer Verlag				

Modultitel	<b>Synthetische Zellbiologie – Vorlesungs- und Seminarmodul</b>				
Modulnummer/-kürzel	<b>CHE 498 A</b>				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Chemistry B.Sc. Molecular Life Sciences: Wahlpflichtmodul M.Sc. Molecular Life Sciences: Wahlpflichtmodul M.Sc. Chemie : Wahlpflichtmodul M.Sc. Nanowissenschaften Wahlpflichtmodul				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine				
	Empfohlen: Grundlagen der Quantenmechanik sowie grundlegende Python-Kenntnisse				
Modulverantwortliche(r)	Kolbe				
Lehrende	Lehrende des Fachbereichs Chemie				
Sprache	Englisch oder Deutsch				
Qualifikationsziele	Die Veranstaltung richtet sich an StudentInnen verschiedenster Disziplinen mit Interesse an Team-orientierter und selbständiger Bearbeitung eines Naturwissenschaftlich oder Medizinisch orientierten Forschungsprojektes. Dazu werden die notwendigen Grundlagen der synthetischen Biologie erarbeitet und verschiedene Forschungsprojekte in kleineren Arbeitsgruppen entwickelt. Das Semester schließt mit einer bewerteten Vorstellung der einzelnen Projektideen ab.				
Inhalt	Die StudentInnen bekommen grundlegende Konzepte der synthetischen Zellbiologie vermittelt oder erarbeiten diese selbständig. Die wissenschaftlichen Arbeiten erfolgen in kleineren Gruppen, die unter Betreuung ein Forschungsprojekt definieren und einen Lösungsansatz entwickeln. Diese Arbeit beinhaltet umfassende Literaturrecherche, regelmäßige wissenschaftliche Diskussionen, Team-orientiertes Arbeiten und die Vorstellung des Projektstatus in Form von PowerPoint-Präsentationen. Die Auswahl der wissenschaftlichen Projekte ist den Gruppen freigestellt. Einzige Vorgabe, ist die Auswahl eines Lösungsansatzes der wesentliche Elemente aus der synthetischen Biologie nutzt. Es werden in diesem Modul auch Inhalte zur Technologiefolgenabschätzung vermittelt sowie Bioethische Aspekte diskutiert.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Vorlesung Synthetische Zellbiologie – Vorlesungs- und Seminarmodul				1 SWS
	Seminar Synthetische Zellbiologie – Vorlesungs- und Seminarmodul				1 SWS
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	Vorlesung Synthetische Zellbiologie – Vorlesungs- und Seminarmodul	LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
		1,5	14	21	10
	Seminar Synthetische Zellbiologie – Vorlesungs- und Seminarmodul	1,5	14	21	10
	Gesamt	3	28	42	20
Studien-/Prüfungsleistungen	Studienleistungen: Voraussetzungen zur Modulprüfung: Erfolgreiche Teilnahme am Seminar				
	Prüfungsleistungen: Referat im Seminar auf Englisch (40%) und mündliche Prüfung oder Klausur in Deutsch oder Englisch (60%). Die Art der Prüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben. Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
Dauer	1 Semester				
Angebot	Wintersemester, jährlich				
Literatur					

<b>Modultitel</b>	<b>Data Science in Chemistry</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>CHE-DSiC</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Chemistry				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Herrmann, Beck, Seifert, Vill				
<b>Lehrende</b>	Lehrende des Fachbereichs Chemie				
<b>Sprache</b>	Englisch				
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden beherrschen die Fähigkeit, wissenschaftliche Fragestellungen zielgerichtet zu bearbeiten und gelernte Methoden anzuwenden, sowie die Ergebnisse zu verknüpfen und darzustellen.				
<b>Inhalt</b>	Die Studierenden bekommen einen Einblick in die Forschung im Bereich Data Science in der Chemie (Vorstellung der Forschung in den beteiligten Arbeitskreisen) und führen anschließend ein vertiefendes Forschungspraktikum in einem der Arbeitskreise durch. Dabei bearbeiten sie ein aktuelles Forschungsthema inkl. Literaturrecherche, Dokumentation, Auswertung und Validierung von Daten und Methoden, Präsentation und Beurteilung der Ergebnisse.				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Praktikum Einblick in Forschung in der Chemie			0 SWS	
	Praktikum Forschungspraktikum			0 SWS	
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>		<b>LP</b>	<b>P (Std)</b>	<b>S (Std)</b>	<b>PV (Std)</b>
	Praktikum Einblick in Forschung in der Chemie	0,5	15	0	0
	Praktikum Forschungspraktikum	5,5	125	20	20
	<b>Gesamt</b>	<b>6</b>	<b>140</b>	<b>20</b>	<b>20</b>
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: Keine				
	Prüfungsleistungen: Referat				
	Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Sommersemester, jährlich				
<b>Literatur</b>					

## 4 Module der Lehreinheit Erdsystemwissenschaften

Modultitel	<b>Einführung Geophysik</b>				
Modulnummer/-kürzel	<b>GO-GEIN-G</b>				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Earth System Sciences				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
Modulverantwortliche(r)	Hammer				
Lehrende	Hammer, N.N.				
Sprache	Deutsch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden sind mit den wichtigsten Phänomenen und Untersuchungsverfahren der Geophysik vertraut und haben einen aktuellen Überblick über das Fach. Sie kennen die meisten Messgrößen, verstehen die grundlegenden Prinzipien der Messgeräte und kennen elementare Auswertetechniken.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entstehung der Planeten und der Erde, Schalenbau der Erde, Plattentektonik, geophysikalische Naturgefahren an Plattengrenzen</li> <li>• Schwerefeld, Geoid, Gravimetrie Magnetik</li> <li>• Grundlagen der Geoelektrik, des Georadars und der Seismik</li> <li>• Entstehung von Erdbeben und einfache Bebenlokalisierung, Typen elastischer Wellen und Geschwindigkeiten</li> </ul>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Vorlesung Einführung Geophysik			3 SWS	
	Übungen Einführung Geophysik			1 SWS	
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung Einführung Geophysik	3	30	15	15
	Übungen Einführung Geophysik	1	30	15	15
	Gesamt	4	60	30	30
Studien-/Prüfungsleistungen	Studienleistungen: Bearbeitung der Übungsaufgaben				
	Prüfungsleistungen: Klausur				
	Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
Dauer	1 Semester				
Angebot	Sommersemester, jährlich				
Literatur					

<b>Modultitel</b>	<b>Applied Volcanology</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>GP-M-AS-APPVOLC</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Earth System Sciences				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: Generating Earth System Data, GP-M-AS-INV				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Scharff				
<b>Lehrende</b>	Scharff, N.N.				
<b>Sprache</b>	Englisch				
<b>Qualifikationsziele</b>	Nach erfolgreichem Abschluss sind die Studierenden mit den am häufigsten an Vulkanen weltweit eingesetzten Messgeräten vertraut. Sie kennen die physikalischen Parameter die für die vulkanologische Forschung relevant sind und wissen, wie sie bestimmt werden können. Sie haben einen Überblick über die Messprinzipien und die Funktionsweise der Geräte und ihrer Inbetriebnahme im Feld gewonnen. Durch eine Einführung in die allgemeine Peripherie (Elektronik und IT), Spannungsversorgung, Datenspeicherung und -übertragung, sowie exakte Zeitmessungen sind die Studierenden in der Lage eigene Kampagnen zu planen.				
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vulkanseismologie</li> <li>• Infrasschall</li> <li>• Deformation</li> <li>• Radar</li> <li>• Gas- und Temperaturmessung</li> <li>• Fernerkundung</li> <li>• Speicherung und Übertragung von Daten</li> <li>• Autarke Spannungsversorgung</li> </ul>				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Vorlesung Applied Volcanology			2 SWS	
	Übungen Applied Volcanology			1 SWS	
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung Applied Volcanology	2	30	15	15
	Übungen Applied Volcanology	2	15	30	15
	Gesamt	4	45	45	30
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: Regelmäßige Teilnahme				
	Prüfungsleistungen: Hausarbeit				
	Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Sommersemester, jährlich				
<b>Literatur</b>					

<b>Modultitel</b>	<b>Inversion Problems</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>GP-M-AS-INV</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Earth System Sciences				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine				
	Empfohlen: Analyzing Earth System Data				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Scharff				
<b>Lehrende</b>	Scharff, N.N.				
<b>Sprache</b>	Englisch				
<b>Qualifikationsziele</b>	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden mit den Konzepten, der Theorie sowie den Grenzen linearer und nichtlinearer Inversionsmethoden und Algorithmen vertraut. Sie haben verschiedene Datensätze mit eigenen Programmen invertiert und Erfahrungen in der Anwendung etablierter Methoden der Inversion gesammelt. Sie sind in der Lage, inverse Probleme selbstständig und effizient zu lösen. Sie sind mit Konfidenzintervallen und dem Fehlerkonzept vertraut und erkennen Instabilitäten und nicht eindeutige Lösungen.				
<b>Inhalt</b>	<p>Lineare inverse Probleme:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Methode der kleinsten Quadrate mit und ohne Gewichtung</li> <li>• Fehler und Normen</li> <li>• Unter- und überbestimmte Probleme</li> <li>• Dämpfung</li> <li>• Generalisierte Inverse</li> <li>• (Un-)Gleichungsbedingungen</li> <li>• Interpolation und Anpassen von Modellen</li> <li>• Hypothesentests</li> </ul> <p>Nichtlineare inverse Probleme:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gradientenmethoden, inkl. konjugierte Gradienten</li> <li>• Gittersuchverfahren</li> <li>• Monte Carlo Methoden</li> <li>• Simulated Annealing</li> <li>• Evolutionäre Algorithmen</li> </ul>				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Vorlesung Inversion Problems			2 SWS	
	Übungen Inversion Problems			2 SWS	
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung Inversion Problems	2	30	30	15
	Übungen Inversion Problems	4	30	45	30
	Gesamt	6	60	75	45
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: Bearbeitung der Übungsaufgaben				
	Prüfungsleistungen: Übungsabschluss				
	Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Wintersemester, jährlich				
<b>Literatur</b>					

<b>Modultitel</b>	<b>Migration of seismic reflection data</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>GP-M-AS-MIG</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Earth System Sciences				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: Analyzing Earth System Data				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Vanelle				
<b>Lehrende</b>	Vanelle, N.N.				
<b>Sprache</b>	Englisch				
<b>Qualifikationsziele</b>	Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls verfügen Studierende über fundierte Kenntnisse der Untergrundabbildung mit reflexionsseismischen Daten. Sie sind in der Lage, verschiedene Techniken der Tiefenkonversion mit eigenen Implementierungen durchzuführen und die Ergebnisse zu interpretieren.				
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wellenfelder</li> <li>• Modellierung und Inversion</li> <li>• Geometrische Migration</li> <li>• Summationsmigration</li> <li>• Zeitmigration</li> <li>• Migrationsgeschwindigkeitsanalyse</li> <li>• Abbildungsbedingungen</li> <li>• Kirchhoff-Migration</li> <li>• Frequenz-Wellenzahl-Migration</li> <li>• Full-Waveform-Migration</li> </ul>				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Vorlesung Migration of seismic reflection data			2 SWS	
	Übungen Migration of seismic reflection data			2 SWS	
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung Migration of seismic reflection data	2	30	30	15
	Übungen Migration of seismic reflection data	4	30	60	15
	Gesamt	6	60	90	30
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: Regelmäßige Teilnahme und Bearbeitung der Übungsaufgaben				
	Prüfungsleistungen: Klausur				
	Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Wintersemester, jährlich				
<b>Literatur</b>					

<b>Modultitel</b>	<b>Machine Learning in Geophysics</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>GP-M-AS-MLG</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Earth System Sciences				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine				
	Empfohlen: Analyzing Earth System Data				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Hammer				
<b>Lehrende</b>	Hammer, N.N.				
<b>Sprache</b>	Englisch				
<b>Qualifikationsziele</b>	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls haben die Studierenden einen Überblick über maschinelles Lernen, einschließlich der Theorie und spezifischer Anwendungen in der Geophysik erworben. Sie haben verschiedene Techniken des maschinellen Lernens auf geophysikalische Probleme angewandt und dabei eigene Programme verwendet sowie mehrere Open-Source-Frameworks für maschinelles Lernen kennengelernt. Sie sind in der Lage, die Leistung ihrer implementierten Algorithmen zu bewerten.				
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maschinelles Lernen</li> <li>• Objekte und Merkmale</li> <li>• Supervised und nicht-supervised Methoden</li> <li>• Deep Learning</li> <li>• Anwendungen in der Geophysik</li> </ul>				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Vorlesung Machine Learning in Geophysics			2 SWS	
	Übungen Machine Learning in Geophysics			2 SWS	
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung Machine Learning in Geophysics	2	30	15	15
	Übungen Machine Learning in Geophysics	4	30	15	75
	Gesamt	6	60	30	90
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: Bearbeitung der Übungsaufgaben				
	Prüfungsleistungen: Hausarbeit				
	Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Wintersemester, jährlich				
<b>Literatur</b>					

<b>Modultitel</b>	<b>Seminar on Machine Learning in Geophysics</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>GP-M-AS-MSEM</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Earth System Sciences				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine				
	Empfohlen: Analyzing Earth System Data				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Hammer				
<b>Lehrende</b>	Hammer, N.N.				
<b>Sprache</b>	Englisch				
<b>Qualifikationsziele</b>	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, sich in ein fortgeschrittenes geophysikalisches Thema einzuarbeiten. Sie können ihre Ergebnisse in einem mündlichen Vortrag präsentieren und eine wissenschaftliche Diskussion führen.				
<b>Inhalt</b>	Aktuelle Themen des maschinellen Lernens in der Geophysik				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Seminar on Machine Learning in Geophysics				2 SWS
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Seminar on Machine Learning in Geophysics	3	30	30	30
	Gesamt	3	30	30	30
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: Regelmäßige Teilnahme				
	Prüfungsleistungen: Referat und schriftliche Ausarbeitung				
	Die Modulprüfung wird mit "bestanden" bzw. "nicht bestanden" bewertet.				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Winter- oder Sommersemester, i.d.R. jedes Semester				
<b>Literatur</b>					

<b>Modultitel</b>	<b>Body and Surface Wave Seismology</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>GP-M-AS-SEI</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Earth System Sciences				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine				
	Empfohlen: Generating Earth System Data				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Hadziioannou				
<b>Lehrende</b>	Hadziioannou, N.N.				
<b>Sprache</b>	Englisch				
<b>Qualifikationsziele</b>	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls verstehen die Studierenden die grundlegenden Konzepte der seismischen Wellenausbreitung und können sie in die Praxis umsetzen. Sie sind mit der Theorie, Analyse und Anwendung von Oberflächenwellen vertraut. Durch Übungen am Rechner haben sie praktische Erfahrungen in der Anwendung verschiedener seismologischer Methoden erworben.				
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Theoreme dynamischer Elastizität</li> <li>• Elastische Potentiale</li> <li>• Anregung von Wellen durch Punktquellen</li> <li>• Repräsentation seismischer Quellen</li> <li>• Oberflächenwellen und Moden</li> <li>• Dispersion</li> <li>• Oberflächenwellentomographie</li> <li>• Normalmoden der Erde</li> </ul>				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Vorlesung Body and Surface Wave Seismology				2 SWS
	Übungen Body and Surface Wave Seismology				2 SWS
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung Body and Surface Wave Seismology	2	30	30	15
	Übungen Body and Surface Wave Seismology	4	30	60	15
	Gesamt	6	60	90	30
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: Bearbeitung der Übungsaufgaben				
	Prüfungsleistungen: Klausur				
	Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Wintersemester, jährlich				
<b>Literatur</b>					

<b>Modultitel</b>	<b>Physics of the Climate System</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>ICSS-M-1.2-PCS</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Earth System Sciences				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Baehr				
<b>Lehrende</b>	Baehr, N.N.				
<b>Sprache</b>	Englisch				
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden haben ein grundlegendes Verständnis der meteorologischen und ozeanographischen Prozesse, die für den mittleren Zustand und die Variabilität des Klimasystems relevant sind.				
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreibung des mittleren ozeanischen und atmosphärischen Zustands und der Zirkulation.</li> <li>• Wechselwirkung zwischen Ozean und Atmosphäre.</li> <li>• Strahlungsbilanz.</li> <li>• Globaler Energiehaushalt und Transporte.</li> <li>• Thermohaline Zirkulation.</li> <li>• Klimavariabilität von dekadischen bis paläoklimatischen Maßstäben.</li> <li>• Beobachtungen und Modellierung des Klimasystems.</li> </ul>				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Vorlesung Physics of the Climate System			4 SWS	
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung Physics of the Climate System	-	-	-	-
	Gesamt	4,5	-	-	-
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: Keine				
	Prüfungsleistungen: Mündlich oder schriftlich				
	Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Wintersemester, jährlich				
<b>Literatur</b>					

<b>Modultitel</b>	<b>Dynamics of land-atmosphere interactions</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>ICSS-M-2.1-DLAI</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Earth System Sciences				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Beer				
<b>Lehrende</b>	Beer, N.N.				
<b>Sprache</b>	Englisch				
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden haben ein Verständnis der wichtigsten biophysikalischen und biogeochemischen Wechselwirkungen zwischen Land und Atmosphäre, die die Klimadynamik beeinflussen. Sie kennen grundlegende mathematische und numerische Konzepte zur Darstellung der zugrundeliegenden terrestrischen Prozesse in Landoberflächenmodellen.				
<b>Inhalt</b>	Die Vorlesungen befassen sich mit der Dynamik der Wechselwirkungen zwischen Land und Atmosphäre aufgrund von Energie- und Treibhausgasbilanzen, die für die Klimadynamik auf dekadischen bis hundertjährigen Zeitskalen wichtig sind, sowie mit entsprechenden Rückkopplungsmechanismen. Wir werden spezifische Modellierungskonzepte von Landoberflächenmodellen einschließlich ihrer Limitierungen diskutieren.				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Vorlesung Dynamics of land-atmosphere interactions			2 SWS	
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung Dynamics of land-atmosphere interactions	-	-	-	-
	Gesamt	3	-	-	-
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: Keine				
	Prüfungsleistungen: Klausur				
	Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Sommersemester, jährlich				
<b>Literatur</b>					

<b>Modultitel</b>	<b>Sea ice physics, observations and modelling</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>ICSS-M-2.2.7</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Earth System Sciences				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: Generating Earth System Data				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Notz				
<b>Lehrende</b>	Notz, N.N.				
<b>Sprache</b>	Englisch				
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden verfügen über praktische Kenntnisse der Physik des Meereises und seiner Wechselwirkung mit der Atmosphäre und dem Ozean. Sie kennen wissenschaftliche Methoden, die zur Erforschung des Meereises eingesetzt werden, darunter Satellitenfernerkundung, wissenschaftliche Instrumente und großmaßstäbliche Klimamodelle. Sie wissen, wie die verschiedenen Methoden idealerweise kombiniert werden, um robuste Einblicke in die Funktionsweise des Meereises zu erhalten und somit das Meereis als Stellvertreter zu nutzen, um Erfahrungen in der Arbeit als Klimaforscher zu sammeln.				
<b>Inhalt</b>	Dieser Kurs bietet eine praktische Einführung in die Physik des Meereises und seine Wechselwirkung mit der Atmosphäre und dem Ozean. Besonderes Augenmerk liegt auf den wissenschaftlichen Methoden, die zur Erforschung des Meereises eingesetzt werden, darunter Satellitenfernerkundung, wissenschaftliche Instrumente und großmaßstäbliche Klimamodelle. Wir werden untersuchen, wie die verschiedenen Methoden idealerweise kombiniert werden, um robuste Einblicke in die Funktionsweise des Meereises zu erhalten und somit das Meereis als Stellvertreter zu nutzen, um Erfahrungen in der Arbeit als Klimaforscher zu sammeln. Inhalte: Großräumiger Antrieb der arktischen und antarktischen Meereisdecke; Auswirkungen von Intervallvariabilität und externem Antrieb; saisonale, dekadische und hundertjährige Vorhersagen und Projektionen; Techniken der In-situ- und Fernerkundungsbeobachtung; Modellierung von Meereis; Analyse von Feld- und Labordaten; Verfassen wissenschaftlicher Berichte.				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Vorlesung Sea ice physics, observations and modelling			2 SWS	
	Übungen Sea ice physics, observations and modelling			2 SWS	
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung Sea ice physics, observations and modelling	-	-	-	-
	Übungen Sea ice physics, observations and modelling	-	-	-	-
	<b>Gesamt</b>	<b>6</b>	-	-	-
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: Keine Prüfungsleistungen: Klausur Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Sommersemester, jährlich				
<b>Literatur</b>					

<b>Modultitel</b>	<b>Grundlagen Meteorologie und Klima</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>MET-KLIMA</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Earth System Sciences				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Vogel				
<b>Lehrende</b>	Vogel, N.N.				
<b>Sprache</b>	Deutsch				
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierende kennen grundlegende Konzepte der Meteorologie und Klimaforschung. Sie kennen das wichtigste Phänomen und ihre physikalischen Grundlagen. Sie sind befähigt zu interdisziplinärer Zusammenarbeit.				
<b>Inhalt</b>	<p>Der Kurs stellt die Grundlagen der Meteorologie und Klimaforschung leicht verständlich dar. Er behandelt dabei die Physik der Atmosphäre, ohne spezialisiertes physikalisches oder mathematisches Vorwissen vorauszusetzen.</p> <p>Die einzelnen Kapitel sind in sich abgeschlossen und behandeln jeweils einen Kernaspekt der Meteorologie und Klimaforschung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Energiebilanz der Erde</li> <li>• Lokales Klima</li> <li>• Der Wasserkreislauf</li> <li>• Die vertikale Struktur der Atmosphäre</li> <li>• Wolken</li> <li>• Ein windiger Planet</li> <li>• Klimasensitivität</li> <li>• Synoptik</li> <li>• Schnelle Rückkopplungen im Klima</li> <li>• Wetter- und Klimamodellierung</li> <li>• Kohlenstoffkreislauf und Erdgeschichte</li> <li>• Wetterextreme</li> </ul> <p>In den Übungen wird das Gelernte anhand von Hausaufgaben vertieft, die in den Übungsstunden besprochen werden.</p>				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Vorlesung Grundlagen Meteorologie und Klima			2 SWS	
	Übungen Grundlagen Meteorologie und Klima			2 SWS	
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung Grundlagen Meteorologie und Klima	-	-	-	-
	Übungen Grundlagen Meteorologie und Klima	-	-	-	-
	<b>Gesamt</b>	<b>4</b>	-	-	-
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: Keine				
	Prüfungsleistungen: Klausur				
	Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Wintersemester, jährlich				
<b>Literatur</b>					

<b>Modultitel</b>	<b>Atmospheric Physics</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>MET-M-ACE-AP</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Earth System Sciences				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Mellado				
<b>Lehrende</b>	Mellado, N.N.				
<b>Sprache</b>	Englisch				
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden kennen die grundlegenden Konzepte der der atmosphärischen Thermodynamik, der Strömungsmechanik und der Wolkenmikrophysik, die notwendig sind, um die Rolle dieser Prozesse bei Wetter und Klima weiter zu untersuchen.				
<b>Inhalt</b>	Dieser Kurs bietet Studierenden ohne Vorkenntnisse in den Atmosphärenwissenschaften eine kurze Einführung in die grundlegenden Konzepte der atmosphärischen Thermodynamik, der Strömungsmechanik und der Wolkenmikrophysik, die notwendig sind, um die Rolle dieser Prozesse bei Wetter und Klima weiter zu untersuchen. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Thermodynamik</li> <li>• Thermodynamische Größen in der Atmosphäre</li> <li>• Thermodynamische Prozesse in der Atmosphäre</li> <li>• Statische Stabilität der Atmosphäre</li> <li>• Erhaltungssätze im Nicht-Gleichgewicht</li> <li>• Grundlagen der Strömungsmechanik</li> <li>• Analytische Lösungen der Navier-Stokes-Gleichungen</li> <li>• Mikrophysik eines einzelnen Tropfens</li> <li>• Mikrophysik vieler Tröpfchen</li> <li>• Wolken und Niederschlag</li> </ul>				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Vorlesung Atmospheric Physics			2 SWS	
	Übungen Atmospheric Physics			2 SWS	
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>	Vorlesung Atmospheric Physics	LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Übungen Atmospheric Physics	-	-	-	-
	Gesamt	6	-	-	-
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: Keine				
	Prüfungsleistungen: Mündlich				
	Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Wintersemester, jährlich				
<b>Literatur</b>					

<b>Modultitel</b>	<b>Climate Modelling</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>MET-M-ACE-CM</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Earth System Sciences				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: Generating Earth System Data				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Baehr				
<b>Lehrende</b>	Baehr, N.N.				
<b>Sprache</b>	Englisch				
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden verfügen über ein grundlegendes Verständnis globaler gekoppelter Klimamodelle: wie sie funktionieren, entwickelt werden und wie sie unser Verständnis des Klimasystems verbessern können. Die Studierenden sind in der Lage, die Vorteile und Grenzen verschiedener Modellaufbauten und -analysen zu diskutieren.				
<b>Inhalt</b>	Die folgenden Themen werden in Vorlesungen und/oder Tutorien/Seminaren behandelt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Von einfachen zu komplexen Erdsystemmodellen</li> <li>• Kopplung von verschiedenen Komponenten</li> <li>• Wahlmöglichkeiten bei Modellaufbau und -abstimmung</li> <li>• Kontrollsimulationen, historische Simulationen und erzwungene Klimasimulationen (Veränderung)</li> <li>• Analyse von Simulationen und kritische Diskussion der Ergebnisse</li> <li>• Modellvergleiche</li> </ul>				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Vorlesung Climate Modelling			2 SWS	
	Übungen Climate Modelling			2 SWS	
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>		<b>LP</b>	<b>P (Std)</b>	<b>S (Std)</b>	<b>PV (Std)</b>
	Vorlesung Climate Modelling	-	-	-	-
	Übungen Climate Modelling	-	-	-	-
	<b>Gesamt</b>	<b>6</b>	-	-	-
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: Keine				
	Prüfungsleistungen: Übungsabschluss				
	Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Sommersemester, jährlich				
<b>Literatur</b>					

<b>Modultitel</b>	<b>Geophysical Wave Lab</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>MET-M-ACE-GWL</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Earth System Sciences				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine				
	Empfohlen: Analyzing Earth System Data				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Vasylkevych				
<b>Lehrende</b>	Vasylkevych, N.N.				
<b>Sprache</b>	Englisch				
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden haben einen Überblick über die grundlegenden Wellenkonzepte, die für die atmosphärische und ozeanische Zirkulation wichtig sind, und praktische Erfahrungen bei der Analyse spezifischer Phänomene, wie Rossby- und Trägheits-Schwerkraft-Wellen in den mittleren Breiten und in den Tropen, geostrophische Anpassung, barotrope Instabilität, Auswirkungen der Orographie auf die Strömung, sowie praktische Fähigkeiten bei der Durchführung von numerischen Experimenten und die Beschreibung der Ergebnisse in schriftlicher Form.				
<b>Inhalt</b>	<p>Der Kurs bietet eine einführende theoretische und modellierende Ausbildung in der Dynamik von Atmosphäre und Ozean. Die Vorlesungen über Wellenbewegungen werden durch eine Reihe von numerischen Übungen ergänzt, bei denen eigene numerische Vorhersagemodelle verwendet werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wellen, Grundlagen: Amplitude, Phase, Gruppen- und Phasengeschwindigkeit, Wellenzahl und Wellenvektor, Dispersion. Lineare und nichtlineare Wellen.</li> <li>• Oberflächenschwerewellen in einem nicht rotierenden flachen Wasser. Die Rolle des Hintergrundzustandes.</li> <li>• Auswirkungen der Rotation. Rossby-Wellen, Rossby-Anpassungsproblem. Energetik und potentielle Wirbelstärke von Flachwasser-Gleichungen.</li> <li>• Trägheits-Schwerkraft-Wellen in einer rotierenden Flüssigkeit. Kelvin- und Poincaré-Wellen. Topographische Effekte. Durch horizontale Grenzen erzeugte Wellen. Wellen an der Küste und auf dem Kontinentalschelf.</li> <li>• Wellen in den Tropen. Äquatoriale Beta-Ebene und äquatoriales Trapping. Gleichgewichtstheorien in den Tropen gegenüber den mittleren Breiten.</li> <li>• Wellen auf der Kugel. Seichtes Wasser und primitive Gleichungen auf der Kugel. Normalmoden der atmosphärischen Bewegung. Die Energiespektren in der Atmosphäre und in der Tiefsee.</li> <li>• Freie Wellen in Gegenwart eines horizontalen Temperaturgradienten. Barotrope und barokline Instabilitäten.</li> </ul>				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Vorlesung Geophysical Wave Lab			2 SWS	
	Übungen Geophysical Wave Lab			2 SWS	
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung Geophysical Wave Lab	-	-	-	-
	Übungen Geophysical Wave Lab	-	-	-	-
	Gesamt	6	-	-	-
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: Keine				
	Prüfungsleistungen: Hausarbeit				
	Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Wintersemester, jährlich				
<b>Literatur</b>					

<b>Modultitel</b>	<b>Numerical Weather Prediction</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>MET-M-ACE-NP</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Earth System Sciences				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: Generating Earth System Data				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Zagar				
<b>Lehrende</b>	Zagar, N.N.				
<b>Sprache</b>	Englisch				
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden kennen und verstehen atmosphärische Beobachtungen, eine Hierarchie von Datenassimilationsmethoden, die Formulierung von numerischen Vorhersagemodellen, theoretische und intrinsische Vorhersagbarkeit, Ensemblevorhersage und Interpretation der Ergebnisse von Vorhersagemodellen. Die Studierenden haben ein Verständnis für die verschiedenen Komponenten der numerischen Vorhersagemodelle und wie sie zur Zuverlässigkeit der Modellvorhersagen beitragen.				
<b>Inhalt</b>	<p>Der Kurs bietet eine Weiterbildung in Datenassimilation, numerischer Wettervorhersage und Vorhersagbarkeit der Atmosphäre. Die mathematische Formulierung des Anfangswertproblems wird durch praktische Übungen mit numerischen Modellen unterschiedlicher Komplexität ergänzt, die atmosphärische Prozesse als Anfangs- und (oder) Randwertproblem simulieren.</p> <p>Numerische Wettervorhersage als Anfangswertproblem: allgemeine Einführung. Komponenten des globalen Beobachtungssystems. Arten von Beobachtungen. Komponenten von Beobachtungsfehlern. Relative Bedeutung der verschiedenen Beobachtungen für die numerische Wettervorhersage.</p> <p>Datenassimilation von der Theorie zur Praxis: Wahrscheinlichkeitsrechnung, Funktionsanpassung, frühe Methoden der Datenassimilation, Methode der sukzessiven Korrekturen, Hintergrundzustand, statistische Interpolation, Variationsmethoden (3D-Var, 4D-Var), Hintergrund-Fehler-Kovarianz-Modellierung, Kalman-Filter und Assimilationsmethoden auf der Grundlage von Ensembles von Vorhersagen und Analysen.</p> <p>Initialisierungsschritt von NWP-Modellen: Richardsons Experiment in den 1920er Jahren, geostrophische Anpassung und sich entwickelnde Definition des Gleichgewichts, nichtlineare Normalmodus-Initialisierung, Digitalfilter-Initialisierung.</p> <p>Numerische Aspekte von NWP-Modellen: globale und räumlich begrenzte Modelle, anfängliche und seitliche Randbedingungen, Verschachtelung. Untere und obere Randbedingungen. Formulierung der seitlichen Randkopplung für Wettervorhersagemodelle mit begrenztem Gebiet. Einseitige und zweiseitige Verschachtelung.</p> <p>Vorhersagbarkeit: Grundlagen der Theorie chaotischer Systeme, Lyapunov-Exponenten, intrinsische und praktische Vorhersagbarkeit, Wachstum von Vorhersagefehlern, einfache Modelle des Vorhersagefehlerwachstums.</p> <p>Ensemblevorhersage: Formulierung von Anfangsbedingungen für Ensemblevorhersagen, Interpretation und Anwendung von Ensembleprodukten. Monatliche, saisonale und weiträumige Vorhersagen.</p> <p>Von der Wetter- zur Klimavorhersage unter Verwendung der Theorie dynamischer Systeme und von Spielzeugmodellen: Quellen von Unsicherheiten, mehrere Skalen, Kippunkte.</p>				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Vorlesung mit integrierter Übung Numerical Weather Prediction			4 SWS	
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>	Vorlesung mit integrierter Übung Numerical Weather Prediction	LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Gesamt	-	-	-	-
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: Keine	6	-	-	-
	Prüfungsleistungen: Übungsabschluss Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Sommersemester, jährlich				
<b>Literatur</b>					

Modultitel	<b>Atmospheric Dynamics</b>				
Modulnummer/-kürzel	<b>MET-M-ADYN</b>				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Earth System Sciences				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
Modulverantwortliche(r)	Zagar				
Lehrende	Zagar, N.N.				
Sprache	Englisch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden haben Kenntnisse über Atmosphärendynamik durch systematische Einführung von Gleichungen und Konzepten zunehmender Komplexität und deren Verwendung zum Verständnis der Ergebnisse komplexer Wetter- und Klimamodelle. Die Studierenden können atmosphärische Phänomene in Beobachtungen und numerischen Modellen in Form von Konzepten und vereinfachten Modellen interpretieren, die die interessierenden Skalen und dynamischen Regime beschreiben und mathematisch gelöst werden können. Diese Lösungen ermöglichen ein physikalisches Verständnis von Prozessen, die sonst schwer zu erfassen sind.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Navier-Stokes-Gleichungen. Skalierung. Erweiterung in Bezug auf die Rossby-Zahl. Trennbarkeit der vertikalen Struktur und der horizontalen Strömung.</li> <li>• Ableitung der Flachwassergleichungen. Analytische Lösungen und Erhaltungseigenschaften. Dynamische Regime: Rossby- und Gravitationsregime.</li> <li>• Wellen im Zweischichtenmodell. Grundlagen der quasi-geostrophischen Dynamik.</li> <li>• Äquatoriale Wellenlösungen. Konvektiv erzwungene Wellen in den Tropen.</li> <li>• Sich vertikal ausbreitende Rossby- und Äquatorialwellen.</li> <li>• Atmosphärisches Energiespektrum. Wechselwirkungen von Wellen und mittlerer Strömung. Welle-Welle-Wechselwirkungen.</li> <li>• Stationäre Rossby-Wellen. Das Brechen von Rossby-Wellen.</li> <li>• Eliassen-Palm-Fluss und SSW.</li> <li>• Lineare Wellentheorie angewandt auf Beobachtungen und Wetter- und Klimamodelle</li> </ul>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Vorlesung Atmospheric Dynamics			2 SWS	
	Übungen Atmospheric Dynamics			2 SWS	
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung Atmospheric Dynamics	-	-	-	-
	Übungen Atmospheric Dynamics	-	-	-	-
	Gesamt	6	-	-	-
Studien-/Prüfungsleistungen	Studienleistungen: Keine				
	Prüfungsleistungen: mündlich				
	Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
Dauer	1 Semester				
Angebot	Wintersemester, jährlich				
Literatur					

<b>Modultitel</b>	<b>Experimental Meteorology</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>MET-M-EXP-S</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Earth System Sciences				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: Generating Earth System Data				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Ament				
<b>Lehrende</b>	Ament, N.N.				
<b>Sprache</b>	Englisch				
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden wissen, wie man Experimente in der Atmosphärenforschung plant, durchführt und auswertet. Sie können große, komplexe Beobachtungsdatensätze analysieren, um Theorien in den Atmosphärenwissenschaften zu testen. Sie sind in der Lage die Unsicherheit von Beobachtungsdaten zu beurteilen.				
<b>Inhalt</b>	In der ersten Phase des Seminars bilden die Studierenden Teams und entwickeln eine eigene Forschungsfrage, die in einer Feld- oder Laborkampagne bearbeitet werden soll. Danach machen sie sich mit allen Grundlagen des gewählten Themas vertraut, einschließlich eines Literaturüberblicks und einer Übersicht über Messtechniken. Sie entwerfen die Kampagne und fassen diese Vorbereitungen in einem White Paper zusammen.				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Seminar Experimental Meteorology			2 SWS	
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Seminar Experimental Meteorology	-	-	-	-
	<b>Gesamt</b>	<b>3</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: Keine Prüfungsleistungen: Referat und schriftliche Ausarbeitung Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Sommersemester, jährlich				
<b>Literatur</b>					

Modultitel	<b>Practical Deep Learning with Climate Data</b>				
Modulnummer/-kürzel	<b>OZ-M-DL</b>				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Earth System Sciences				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine				
	Empfohlen: Analyzing Earth System Data				
Modulverantwortliche(r)	Greenberg				
Lehrende	Greenberg, N.N.				
Sprache	Englisch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden haben die grundlegenden Ansätze neuronaler Netze für Klassifizierungs- und Regressionsprobleme verstanden. Sie haben Programme geschrieben, die mehrere neuronale Netzwerkarchitekturen implementieren, und sie auf Simulationen und Beobachtungen der Atmosphäre und des Ozeans trainiert. Sie verfügen über praktische Erfahrung bei der Konzeption und Durchführung eines auf Deep Learning basierenden Forschungsprojekts.				
Inhalt	Maschinelles Lernen ermöglicht immer mehr Fortschritte in vielen Teilbereichen der Klimaforschung. Allerdings stehen wir wahrscheinlich erst am Anfang eines sich rasch verändernden hybriden Feldes. Sowohl für das maschinelle Lernen als auch für die Klimawissenschaften gibt es immer noch Einstiegshürden – vom Inhalt über das Verständnis bis hin zu technischen Unsicherheiten. Dieser Kurs versucht, eine Brücke zu schlagen und den Studierenden einen interdisziplinären Überblick über Methoden, Anwendungen und Forschungsfelder zu geben. Im ersten Teil des Kurses geben verschiedene Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler einen Einblick in ihre aktuellen Forschungsschwerpunkte bzw. Forschungsschnittpunkte rund um ML in den Klimawissenschaften. Im zweiten Teil des Kurses werden die Studierenden Beispiele von persönlichem Interesse aus der Literatur vorstellen.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Vorlesung mit integrierter Übung Practical Deep Learning with Climate Data			4 SWS	
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)	Vorlesung mit integrierter Übung Practical Deep Learning with Climate Data	LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
		-	-	-	-
	Gesamt	6	-	-	-
Studien-/Prüfungsleistungen	Studienleistungen: Keine				
	Prüfungsleistungen: Übungsabschluss				
	Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
Dauer	1 Semester				
Angebot	Sommersemester, jährlich				
Literatur					

<b>Modultitel</b>	<b>Introduction to Physical Oceanography</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>OZ-M-IPO</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Earth System Sciences				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Arndt				
<b>Lehrende</b>	Arndt, N.N.				
<b>Sprache</b>	Englisch				
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden sind mit dem grundlegenden Wissen über aktuelle lokale Messungen vertraut und können dieses Wissen verknüpfen, um das Ozeansystem auf größeren räumlichen und zeitlichen Skalen zu verstehen. Durch die Präsentation eines ozeanbezogenen Themas haben sie Einblick in das Lesen, Diskutieren und Präsentieren wissenschaftlicher Veröffentlichungen erworben.				
<b>Inhalt</b>	Diese Vorlesung vermittelt einen breiten Überblick über die Grundlagen der physikalischen Ozeanographie: Geomorphologie des Meeresbodens, die physikalischen (und chemischen) Eigenschaften von Meerwasser und Eis, äußere Einflüsse (Wärme, Süßwasser und Impuls, einschließlich Gezeiten), grundlegende Hydrodynamik (Navier-Stokes-Gleichungen und entsprechende Näherungen: Geostrophie, Hydrostatik, thermischer Wind), Dynamik der gemischten Oberflächenschicht, windgetriebene Zirkulation (Auftrieb, westliche Intensivierung), Schichtung und thermohaline Zirkulation, Wellen (Oberflächen- und interne Schwerewellen, barotrope und barokline Rossby-Wellen) sowie Fronten und Strömungsinstabilitäten.				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Vorlesung Introduction to Physical Oceanography			2 SWS	
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>	Vorlesung Introduction to Physical Oceanography	LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Gesamt	-	-	-	-
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: Keine	3	-	-	-
	Prüfungsleistungen: Übungsabschluss Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Wintersemester, jährlich				
<b>Literatur</b>					

<b>Modultitel</b>	<b>Machine Learning in Climate Science</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>OZ-M-MACH</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Earth System Sciences				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: Analyzing Earth System Data				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Kadow				
<b>Lehrende</b>	Kadow, N.N.				
<b>Sprache</b>	Englisch				
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden haben einen Einblick in den aktuellen Stand des sich schnell entwickelnden Bereichs des maschinellen Lernens in der Klimawissenschaft, einschließlich eines Verständnisses der grundlegenden Terminologie, möglicher Anwendungen sowie der Stärken, Herausforderungen und Grenzen verschiedener Ansätze erworben. Darüber verfügen die Studierenden über vertiefte Kenntnisse über eine selbst gewählte Beispielstudie aus der Literatur.				
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maschinelles Lernen</li> <li>• Objekte und Merkmale</li> <li>• Supervised und nicht-supervised Methoden</li> <li>• Deep Learning</li> <li>• Anwendungen in der Geophysik</li> </ul>				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Seminar Machine Learning in Climate Science			2 SWS	
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Seminar Machine Learning in Climate Science	-	-	-	-
	Gesamt	3	-	-	-
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: Keine Prüfungsleistungen: Referat und schriftliche Ausarbeitung Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Wintersemester, jährlich				
<b>Literatur</b>					

## 5 Module der Lehreinheit Mathematik

Modultitel	<b>High-dimensional statistics II</b>				
Modulnummer/-kürzel	<b>Ma-M-MSAT/DSAI-HDS2</b>				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Mathematics M.Sc. Mathematik und ggf. weitere				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
Modulverantwortliche(r)	Lederer				
Lehrende	Lehrende des Fachbereichs Mathematik				
Sprache	Englisch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden verstehen vertiefenden Prinzipien der hochdimensionalen Statistik und die gängigen Rahmenwerke für die Anwendung dieser Prinzipien. Sie leiten wichtige mathematische Ergebnisse ab und implementieren Schätzer.				
Inhalt	We will introduce advanced concepts of high-dimensional statistics. In particular, we will learn about inference and theories for prediction, estimation, and variable selection. We will discuss mathematical aspects as well as practical aspects. We will use the programming language R for the labs. We will combine mathematical derivations with exercises and data-driven programming labs.				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Vorlesung High-dimensional statistics II			2 SWS	
	Übungen High-dimensional statistics II			2 SWS	
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung High-dimensional statistics II	4	-	-	-
	Übungen High-dimensional statistics II	4	-	-	-
	Gesamt	8	-	-	-
Studien-/Prüfungsleistungen	Studienleistungen: Keine				
	Prüfungsleistungen: Mündliche Prüfung				
	Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
Dauer	1 Semester				
Angebot	Sommersemester, jährlich				
Literatur	Lederer, J., 2022. Fundamentals of High-Dimensional Statistics: With Exercises and R Labs. Springer Texts in Statistics.				

<b>Modultitel</b>	<b>Modellierung und Datenanalyse auf großen Netzwerken</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>Ma-M-S/DASI-MDN</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Mathematics M.Sc. Mathematik und ggf. weitere				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine				
	Empfohlen: Kenntnisse in Linearer Algebra und Analysis sowie Vorkenntnisse in der nichtlinearen Optimierung				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Burger				
<b>Lehrende</b>	Lehrende des Fachbereichs Mathematik				
<b>Sprache</b>	Englisch				
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden erhalten Einblick in moderne Methoden und Forschungsthemen im Bereich großer Daten, inklusiver theoretischer Grundlagen, und können die vermittelten Lernmethoden im Data Science Kontext anwenden.				
<b>Inhalt</b>	Die Seminarteilnehmer*Innen beschäftigen sich mit aktuellen Themen zu großen Netzwerken wie etwa soziale oder neuronale Netzwerke. Dabei wird sowohl die Analyse von Netzwerkdaten als auch die Modellierung und Simulation von Prozessen auf Netzwerken eine Rolle spielen. Die Studierenden können sich hierbei sowohl den theoretischen Hintergrund, die Modellierung, als auch die numerische Lösung der vorgestellten Problemstellungen erarbeiten.				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Seminar Modellierung und Datenanalyse auf großen Netzwerken			2 SWS	
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Seminar Modellierung und Datenanalyse auf großen Netzwerken	4	-	-	-
	Gesamt	4	-	-	-
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: Keine				
	Prüfungsleistungen: Referat				
	Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Winter- oder Sommersemester, unregelmäßig				
<b>Literatur</b>					

<b>Modultitel</b>	<b>Selected Topics in Optimization and Approximation</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>Ma-M-VMMOA/DSAI-AT12</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Mathematics M.Sc. Mathematik und ggf. weitere				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Wollner				
<b>Lehrende</b>	Lehrende des Fachbereichs Mathematik				
<b>Sprache</b>	Englisch				
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse über den wissenschaftlichen Stand der Forschung in einem Teilbereich der Optimierung oder Approximation aus den Forschungsgebieten des Fachbereichs Mathematik und sind dann in der Lage fortgeschrittene wissenschaftliche Methoden, die in den Forschungsbereichen zur Anwendung kommen, einzusetzen. Sie haben Einblick in und Übungen im Umgang mit Fachliteratur.				
<b>Inhalt</b>	Ein Teilbereich der Optimierung oder Approximation, ausgewählt aus aktuellen Forschungsfragen des Fachbereichs Mathematik gemäß Ankündigung vor Semesterbeginn.				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Vorlesung Selected Topics in Optimization and Approximation			4 SWS	
	Übungen Selected Topics in Optimization and Approximation			2 SWS	
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung Selected Topics in Optimization and Approximation	-	-	-	-
	Übungen Selected Topics in Optimization and Approximation	-	-	-	-
	Gesamt	12	-	-	-
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: Die Zulassung zur Modulprüfung setzt die regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen voraus.				
	Prüfungsleistungen: In der Regel mündliche Prüfung				
	Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Winter- oder Sommersemester, unregelmäßig				
<b>Literatur</b>					

<b>Modultitel</b>	<b>Selected Topics in Optimization and Approximation</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>Ma-M-VMMOA/DSAI-AT6</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Mathematics M.Sc. Mathematik und ggf. weitere				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine				
	Empfohlen: Kenntnisse in Linearer Algebra und Analysis sowie Vorkenntnisse in der nichtlinearen Optimierung				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Wollner				
<b>Lehrende</b>	Lehrende des Fachbereichs Mathematik				
<b>Sprache</b>	Englisch				
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse über den wissenschaftlichen Stand der Forschung in einem Teilbereich der Optimierung oder Approximation aus den Forschungsgebieten des Fachbereichs Mathematik und sind dann in der Lage fortgeschrittene wissenschaftliche Methoden, die in den Forschungsbereichen zur Anwendung kommen, einzusetzen. Sie haben Einblick in und Übungen im Umgang mit Fachliteratur.				
<b>Inhalt</b>	Ein Teilbereich der Optimierung oder Approximation, ausgewählt aus aktuellen Forschungsfragen des Fachbereichs Mathematik gemäß Ankündigung vor Semesterbeginn.				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Vorlesung Selected Topics in Optimization and Approximation			2 SWS	
	Übungen Selected Topics in Optimization and Approximation			1 SWS	
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung Selected Topics in Optimization and Approximation	-	-	-	-
	Übungen Selected Topics in Optimization and Approximation	-	-	-	-
	Gesamt	6	-	-	-
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: Die Zulassung zur Modulprüfung setzt die regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen voraus.				
	Prüfungsleistungen: In der Regel mündliche Prüfung				
	Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Winter- oder Sommersemester, unregelmäßig				
<b>Literatur</b>					

<b>Modultitel</b>	<b>Mathematical Optimization in Machine Learning</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>Ma-M-VMMOA/DSAI-MOML</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Mathematics M.Sc. Mathematik und ggf. weitere				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: Kenntnisse der Analysis und Linearen Algebra, Vorkenntnisse in der (nichtlinearen oder nicht-glatte) Optimierung				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Wollner				
<b>Lehrende</b>	Lehrende des Fachbereichs Mathematik				
<b>Sprache</b>	Englisch				
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden haben einen Einblick in das maschinelle Lernen aus Sicht der Optimierung erhalten. Sie kennen verschiedene Problemstellungen des maschinellen Lernens und kennen die in diesem Kontext anwendbaren mathematischen Optimierungsmethoden und haben deren Eigenschaften kennengelernt.				
<b>Inhalt</b>	Klassifikation (support vector machines), Clustering, Regression, Neuronale Netzwerke, Robuste Optimierung, Sparse Optimization, Lösungsalgorithmen (u.a. nicht-glatte und stochastische Verfahren)				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Vorlesung Mathematical Optimization in Machine Learning			2 SWS	
	Übungen Mathematical Optimization in Machine Learning			1 SWS	
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung Mathematical Optimization in Machine Learning	-	-	-	-
	Übungen Mathematical Optimization in Machine Learning	-	-	-	-
	Gesamt	6	-	-	-
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: Die Zulassung zur Modulprüfung setzt die regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen voraus. Prüfungsleistungen: Mündliche Prüfung Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Winter- oder Sommersemester, unregelmäßig				
<b>Literatur</b>					

<b>Modultitel</b>	<b>Non-smooth optimization</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>Ma-M-VMMOA/DSAI-NSO</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Mathematics M.Sc. Mathematik und ggf. weitere				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: Kenntnisse in Linearer Algebra und Analysis				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Wollner				
<b>Lehrende</b>	Lehrende des Fachbereichs Mathematik				
<b>Sprache</b>	Englisch				
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden erwerben Grundkenntnisse in der mathematischen Analyse und zu numerischen Verfahren in der konvexen nicht-glaten Optimierung erworben. Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind in der Lage Grundbegriffe der konvexen Analysis wiederzugeben und auf einfache Probleme anzuwenden.</li> <li>• kennen Lösungsverfahren für konvexe nicht-glatte Optimierungsprobleme und können die Vor- und Nachteile der Verfahren einordnen.</li> <li>• kennen die Techniken zur mathematischen Konvergenzanalyse dieser Verfahren und können diese reproduzieren.</li> </ul>				
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der konvexen Analysis</li> <li>• Subdifferential und Richtungsableitungen</li> <li>• Nichtglatte Optimierungsverfahren, z.B. Subgradienten-, Schnittebenen- und Bundleverfahren</li> <li>• Lagrange-Dualität</li> <li>• Regularisierungstechniken, z.B. Moreau-Yosida, Tychonow</li> <li>• Nichtglatte Funktionen und Lösungsverfahren für nichtglatte Differentialgleichungen</li> </ul>				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Vorlesung Non-smooth optimization			2 SWS	
	Übungen Non-smooth optimization			1 SWS	
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung Non-smooth optimization	-	-	-	-
	Übungen Non-smooth optimization	-	-	-	-
	<b>Gesamt</b>	<b>6</b>	-	-	-
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: Die Zulassung zur Modulprüfung setzt die regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen voraus. Prüfungsleistungen: Mündliche Prüfung Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Winter- oder Sommersemester, unregelmäßig				
<b>Literatur</b>					

<b>Modultitel</b>	<b>High-dimensional statistics I</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>Ma-M-VMS/DSAI-HDS1</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Mathematics M.Sc. Mathematik und ggf. weitere				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Lederer				
<b>Lehrende</b>	Lehrende des Fachbereichs Mathematik				
<b>Sprache</b>	Englisch				
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden verstehen die grundlegenden Prinzipien der hochdimensionalen Statistik und die gängigen Rahmenwerke für die Anwendung dieser Prinzipien. Sie leiten wichtige mathematische Ergebnisse ab und implementieren Schätzer.				
<b>Inhalt</b>	We will introduce the basic concepts, models, and estimators in high-dimensional statistics. In particular, we will learn about regularization, sparsity, and high-dimensional regression, graphical models, and principal-component analysis. We will discuss mathematical aspects as well as practical aspects. We will use the programming language R for the labs. We will combine mathematical derivations with exercises and data-driven programming labs.				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Vorlesung High-dimensional statistics I			2 SWS	
	Übungen High-dimensional statistics I			2 SWS	
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung High-dimensional statistics I	4	-	-	-
	Übungen High-dimensional statistics I	4	-	-	-
	Gesamt	8	-	-	-
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: Keine Prüfungsleistungen: Mündliche Prüfung Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Winter- oder Sommersemester, unregelmäßig				
<b>Literatur</b>	Lederer, J., 2022. Fundamentals of High-Dimensional Statistics: With Exercises and R Labs. Springer Texts in Statistics.				

<b>Modultitel</b>	<b>Vertiefung Mathematische Statistik</b>			
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>Ma-M-VMS/DSAI-VMS</b>			
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Mathematics M.Sc. Mathematik und ggf. weitere			
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: Kenntnisse im Umfang der Bachelormodule Analysis, Mathematische Stochastik, Mathematische Statistik, Maßtheoretische Konzepte der Stochastik			
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	N.N. (Bereich Stochastik)			
<b>Lehrende</b>	Lehrende des Fachbereichs Mathematik			
<b>Sprache</b>	Englisch oder Deutsch, i.d.R. deutsch			
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden haben ein vertieftes Verständnis der Fragestellungen, grundlegenden Prinzipien und Ergebnisse eines Teilgebiets der Mathematischen Statistik und beherrschen statistische Methoden, die dabei zum Einsatz kommen.			
<b>Inhalt</b>	Theorie eines Teilgebiets der Mathematischen Statistik sowie Anwendungen der dabei behandelten Modelle und Methoden.			
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Vorlesung Vertiefung Mathematische Statistik			2 SWS
	Übungen Vertiefung Mathematische Statistik			1 SWS
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>		LP	P (Std)	S (Std)
	Vorlesung Vertiefung Mathematische Statistik	-	-	-
	Übungen Vertiefung Mathematische Statistik	-	-	-
	<b>Gesamt</b>	<b>4</b>	-	-
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: Die Zulassung zur Modulprüfung setzt erfolgreiche die erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben voraus. Die genauen Voraussetzungen für die Zulassung zur Modulabschlussprüfung werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben. Prüfungsleistungen: In der Regel mündliche Prüfung Die Modulprüfung wird differenziert benotet.			
<b>Dauer</b>	1 Semester			
<b>Angebot</b>	Winter- oder Sommersemester, unregelmäßig			
<b>Literatur</b>				

<b>Modultitel</b>	<b>Mathematical Machine Learning</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>Ma-M-WR/DSAI-MML</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Mathematics M.Sc. Mathematik und ggf. weitere				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: Solide Grundkenntnisse der Mathematik, insbesondere Analysis und Lineare Algebra Empfohlen: Kenntnisse der Mathematischen Stochastik und Numerischen Mathematik				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Iske				
<b>Lehrende</b>	Lehrende des Fachbereichs Mathematik				
<b>Sprache</b>	Englisch				
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden verstehen grundlegende Prinzipien, Techniken und Algorithmen des Maschinellen Lernens. Sie können sicher mit wichtigen Begriffe und fundamentalen Resultaten umgehen und Basiskonzepte auf ausgewählte Anwendungen anwenden.				
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Machine Mathematical concepts of machine learning</li> <li>• Dimensionality reduction and manifold learning</li> <li>• Kernel-based learning algorithms</li> <li>• Support vector machines</li> <li>• Data clustering</li> <li>• Variational regularization</li> <li>• Nonsmooth optimization by proximal gradient methods</li> <li>• Classification methods, including binary classification</li> <li>• Neural networks</li> <li>• Network training algorithms</li> <li>• Deep learning in inverse problems</li> <li>• Applications of machine learning methods in computational sciences</li> </ul>				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Vorlesung Mathematical Machine Learning			2 SWS	
	Projekt Mathematical Machine Learning			1 SWS	
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>	Vorlesung Mathematical Machine Learning	LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Projekt Mathematical Machine Learning	-	-	-	-
	Gesamt	6	-	-	-
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: Die Zulassung zur Modulprüfung setzt die regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an den Projekten voraus.				
	Prüfungsleistungen: Projektarbeit im Team (50 %) und mündliche Prüfung (50 %)				
	Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Sommersemester, unregelmäßig				
<b>Literatur</b>	A. Blum, J. Hopcroft, R. Kannan: Foundations of Data Science. Lecture Notes, 2018. I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville: Deep Learning. The MIT Press, 2016. A. Iske: Approximation Theory and Algorithms for Data Analysis. Springer TAM, vol. 68, 2018. J.A. Lee, M. Verleysen: Nonlinear Dimensionality Reduction. Springer, 2007. M. Lotz: Mathematics of Machine Learning. Lecture Nots, Warwick (UK), 2020. Y. Yao: A Mathematical Introduction to Data Science. Lecture Notes, Hong Kong, 2019.				

<b>Modultitel</b>	<b>Mathematics of Learning</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>Ma-M-WR/DSAI-MoL</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Mathematics M.Sc. Mathematik und ggf. weitere				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: Gute Kenntnisse in Analysis und linearer Algebra Empfohlen: Grundkenntnisse in Numerik, Optimierung und Stochastik				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Burger				
<b>Lehrende</b>	Lehrende des Fachbereichs Mathematik				
<b>Sprache</b>	Englisch				
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden verfügen über grundlegende theoretische Erkenntnisse zu Lernmethoden in Data Science und können die vermittelten Lernmethoden im Data Science Kontext anwenden.				
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Machine learning: empirical risk minimization, generalization, kernel methods and variational models</li> <li>• Mathematical aspects of deep learning, approximation, mean-field models</li> <li>• Mathematical methods for graph-structured data</li> </ul>				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Vorlesung Mathematics of Learning			2 SWS	
	Übungen Mathematics of Learning			1 SWS	
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung Mathematics of Learning	-	-	-	-
	Übungen Mathematics of Learning	-	-	-	-
	<b>Gesamt</b>	<b>6</b>	-	-	-
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: Die Zulassung zur Modulprüfung setzt die regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen voraus. Prüfungsleistungen: Mündliche Prüfung Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Winter- oder Sommersemester, unregelmäßig				
<b>Literatur</b>					

## 6 Module der Lehreinheit Physik

Modultitel	<b>Modern data challenges and algorithms in particle physics and astronomy</b>				
Modulnummer/-kürzel	<b>PHY-DAPA</b>				
Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum	M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Physics M.Sc. Physik: Freier Wahlbereich				
Voraussetzungen für die Teilnahme	Verbindlich: keine Empfohlen: Grundkenntnisse Python, Grundkenntnisse maschinelles Lernen und Data Science				
Modulverantwortliche(r)	Kasieczka, Brüggem				
Lehrende	Kasieczka, Brüggem, N.N.				
Sprache	Englisch				
Qualifikationsziele	Die Studierenden haben Verständnis von aktuellen Fragestellungen in der physikalischen Forschung und dem Einsatz von KI-Methoden zu deren Lösung.				
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in Forschungsfragen aus Teilchenphysik und Astronomie (z.B. Dunkle Materie)</li> <li>• Grundlagen von Collider-Experimenten und astronomischen Beobachtungen</li> <li>• Simulationstechniken in der Astronomie und Kosmologie</li> <li>• Physikalische und astronomische Datenstrukturen</li> <li>• Überblick über aktuelle Forschungsthemen</li> <li>• Einsatz und Netzwerkarchitekturen zur Klassifikation</li> <li>• Generative KI-Modelle in der Simulation</li> <li>• Automatische Anomalieerkennung in Daten</li> </ul>				
Lehrveranstaltungen und Lehrformen	Vorlesung Modern data challenges and algorithms in particle physics and astronomy			2 SWS	
	Übungen Modern data challenges and algorithms in particle physics and astronomy			2 SWS	
Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung Modern data challenges and algorithms in particle physics and astronomy	3	28	32	30
	Übungen Modern data challenges and algorithms in particle physics and astronomy	2	28	32	0
	Gesamt	5	56	64	30
Studien-/Prüfungsleistungen	Studienleistungen: Keine				
	Prüfungsleistungen: Regelmäßige und erfolgreiche Teilnahme an den Übungen. Die Teilnahme an den Übungen gilt grundsätzlich als erfolgreich, wenn alle Aufgaben abzüglich von zwei Streichresultaten bearbeitet und mindestens 50 % richtig gelöst wurden; sowie das Abschlussprojekt erfolgreich bearbeitet wurde.				
	Die Modulprüfung wird mit "bestanden" bzw. "nicht bestanden" bewertet.				
Dauer	1 Semester				
Angebot	Wintersemester, jährlich				
Literatur	Deep Learning for Physics Research (Erdmann, Glombitza, Kasieczka, Klemradt) Numerical Python in Astronomy and Astrophysics (Schmidt & Völschow)				

<b>Modultitel</b>	<b>Artificial Intelligence for Biomedical Imaging</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>PHY-MV-BP-E07</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Physics M.Sc. Nanowissenschaften: Wahlpflichtmodul M.Sc. Physik: Wahlpflichtmodul				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: keine Empfohlen: keine				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Werner, Bonn, Grüner				
<b>Lehrende</b>	Werner, Bonn, Grüner, N.N.				
<b>Sprache</b>	Englisch				
<b>Qualifikationsziele</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>haben einen Überblick über aktuelle Techniken und Methoden des maschinellen Lernens (insbesondere Deep Learning) und der Künstlichen Intelligenz (KI).</li> <li>besitzen vertiefte Kenntnisse und Einblicke in aktuelle Anwendungsgebiete der KI im Bereich der medizinischen und biomedizinischen Bildgebung und Analyse.</li> </ul> <p>Es werden aktuelle Forschungsthemen sowie ausgewählte Forschungsgebiete des Fachbereichs Physik und des UKE vorgestellt. Die Studierenden sind in der Lage, die jeweiligen Themen und Methoden reflektiert zu diskutieren und eine Masterarbeit in diesem Bereich erfolgreich abzuschließen.</p>				
<b>Inhalt</b>	<p>Künstliche Intelligenz, maschinelles Lernen und insbesondere Deep Learning (d.h. maschinelles Lernen mit künstlichen neuronalen Netzen) revolutionieren derzeit die biomedizinische Bildgebung und Analyse:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>In der makroskopischen medizinischen Bildgebung (z.B. Computertomographie, Magnetresonanztomographie) werden klassische Bildgebungsoperatoren und Bildrekonstruktionsalgorithmen durch selbst lernende KI-Algorithmen ersetzt.</li> <li>Selbst aus extrem verrauschten und mit Artefakten behafteten biomedizinischen Sensor- und Bilddaten berechnen Deep-Learning-basierte Denoising- und Bildrestaurationsnetzwerke Bilddaten, die höchsten Qualitätsansprüchen genügen. Doch woher kommen die Informationen?</li> <li>Auf mikroskopischer Ebene verspricht KI Ansätze zur "computergestützten Superauflösung", biologische Strukturen jenseits der bekannten physikalischen Auflösungsgrenzen darzustellen. Oder halluzinieren die Netzwerke nur?</li> </ul> <p>In diesem Seminar werden wir die grundlegenden Konzepte und mathematischen Grundlagen der KI und des Deep Learning (z.B. CNNs, Backpropagation, Universal-Approximation-Theorem, Reinforcement Learning, GANs), ihre Anwendung auf die oben genannten Themen sowie ihre (derzeitigen) Grenzen untersuchen.</p>				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Seminar Artificial Intelligence for Biomedical Imaging			2 SWS	
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Seminar Artificial Intelligence for Biomedical Imaging	3	28	32	30
	Gesamt	3	28	32	30
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	<p>Studienleistungen: Keine</p> <p>Prüfungsleistungen: Referat und schriftliche Ausarbeitung</p> <p>Die Modulprüfung wird differenziert benotet.</p>				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Sommersemester, jährlich				
<b>Literatur</b>	Wird im Seminar angekündigt.				

<b>Modultitel</b>	<b>Quantum Metrology and Quantum Sensing</b>				
<b>Modulnummer/-kürzel</b>	<b>PHY-MV-LP-T14</b>				
<b>Verwendbarkeit, Modultyp und Zuordnung zum Curriculum</b>	M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence: Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Physics M.Sc. Physik: Vertiefungsphase				
<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Verbindlich: Quantenmechanik Empfohlen: Grundlagen der Quantenoptik				
<b>Modulverantwortliche(r)</b>	Schlawin				
<b>Lehrende</b>	Schlawin, N.N.				
<b>Sprache</b>	Englisch				
<b>Qualifikationsziele</b>	Die Studierenden lernen einen (quanten-)informationstheoretischen Zugang zur Berechnung von Ungenauigkeiten in Präzisionsmessungen kennen. Sie werden die Bedeutung von Verschränkung für die Verbesserung der Messpräzision kennen lernen und sie werden einige Anwendungen moderner Methoden der Datenanalyse kennen lernen.				
<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantum measurement theory</li> <li>• Quantum Parameter Estimation</li> <li>• Quantum Cramér-Rao bound and the distinguishability of quantum states</li> <li>• Applications in Quantum Sensing</li> <li>• Compressed Sensing in quantum metrology</li> <li>• AI applications</li> </ul>				
<b>Lehrveranstaltungen und Lehrformen</b>	Vorlesung Quantum Metrology and Quantum Sensing				2 SWS
	Übungen Quantum Metrology and Quantum Sensing				2 SWS
<b>Arbeitsaufwand (Teilleistungen und insgesamt)</b>		LP	P (Std)	S (Std)	PV (Std)
	Vorlesung Quantum Metrology and Quantum Sensing	3	42	30	18
	Übungen Quantum Metrology and Quantum Sensing	2	30	30	0
	Gesamt	5	72	60	18
<b>Studien-/Prüfungsleistungen</b>	Studienleistungen: Keine				
	Prüfungsleistungen: Klausur oder mündliche Prüfung				
	Die Modulprüfung wird differenziert benotet.				
<b>Dauer</b>	1 Semester				
<b>Angebot</b>	Sommersemester, jährlich				
<b>Literatur</b>	Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben				