

Fachspezifische Bestimmungen für den Studiengang „Data Science and Artificial Intelligence“ (M.Sc.)

vom 17.04.2024

Das Präsidium der Universität Hamburg hat am xx.xxxx.20xx die von der Fakultät für Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften am 17.04.2024 auf Grund von § 91 Absatz 2 Nummer 1 des Hamburgischen Hochschulgesetzes (HmbHG) vom 18. Juli 2001 (HmbGVBl. S. 171) in der Fassung vom 11. Juli 2023 (HmbGVBl. S. 250, 254) beschlossenen Fachspezifischen Bestimmungen für den Studiengang Data Science and Artificial Intelligence (M.Sc.) gemäß § 108 Absatz 1 HmbHG genehmigt.

Präambel

Diese Fachspezifischen Bestimmungen ergänzen die Regelungen der Prüfungsordnung der Fakultät für Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften für Studiengänge mit dem Abschluss „Master of Science“ (M.Sc.) vom 20. Oktober 2021, in der jeweils geltenden Fassung (PO M.Sc.) und beschreiben die Module für den Studiengang Data Science and Artificial Intelligence (M.Sc.).

I. Ergänzende Regelungen zur PO M.Sc.

Zu § 1:

**Studienziel, Prüfungszweck, Akademischer Grad,
Durchführung des Studiengangs**

Zu § 1 Absatz 1:

- (1) Der Studiengang Data Science and Artificial Intelligence (M.Sc.) ist ein konsekutiver, in englischer Sprache unterrichteter, forschungsorientierter Studiengang.
- (2) Der Studiengang Data Science and Artificial Intelligence (M.Sc.) verfolgt die allgemeinen Studienziele nach § 1 Absatz 1 PO M.Sc.
- (3) Der Studiengang Data Science and Artificial Intelligence (M.Sc.) vertieft die Fähigkeiten zur selbstständigen Anwendung von Informatikkenntnissen und -fertigkeiten im Bereich von Data Science und Künstlicher Intelligenz. Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, in ihrer Arbeit die wissenschaftlichen Methoden der Informatik anzuwenden und verantwortlich zu handeln. Das gilt insbesondere im Hinblick auf die Auswirkungen des technologischen Wandels sowie gesellschaftlicher Auswirkungen.
- (4) Die Absolventinnen und Absolventen des Studiengangs Data Science and Artificial Intelligence (M.Sc.) erlangen Fähigkeiten zur Erhebung, Verarbeitung und Analyse komplexer Daten mit rechnergestützten Methoden. Dazu werden insbesondere Kenntnisse der Datenanalyse, des maschinellen Lernens, der künstlichen Intelligenz und die Handhabung und Verarbeitung großer Datenmengen vermittelt.
- (5) Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, komplexe Daten in einem oder mehreren Anwendungsfeldern zu analysieren und zu verarbeiten. Sie können grundlegende und fortschrittliche Methoden der Künstlichen Intelligenz anwenden und auf unterschiedliche Anwendungsdomänen und -

herausforderungen anpassen. Zudem sind sie in der Lage, neue Methoden der Künstlichen Intelligenz und des Maschinellen Lernens zu entwickeln und für neue Anwendungsdomänen nutzbar zu machen.

(6) Der Studiengang Data Science and Artificial Intelligence (M.Sc.) vermittelt den Studierenden verstärkt die Fähigkeit zur forschungsorientierten, wissenschaftlichen Arbeit. Das Masterstudium bereitet auf das selbstständige wissenschaftliche und forschungsorientierte Arbeiten vor und ist berufsbefähigende Qualifikation für akademische Berufe und für die Promotion.

Zu § 1 Absatz 4:

Die Durchführung des Studienganges erfolgt durch die Fakultät für Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften.

**Zu § 4:
Studien- und Prüfungsaufbau,
Module und Leistungspunkte (LP)**

Zu § 4 Absätze 2 und 3:

(1) Detaillierte Beschreibungen aller Module finden sich in der Anlage A dieser Fachspezifischen Bestimmungen und im Modulhandbuch.

(2) Der Studiengang Data Science and Artificial Intelligence (M.Sc.) besteht aus einem Pflichtbereich (54 Leistungspunkte), einem Wahlpflichtbereich (24 Leistungspunkte), einem Vertiefungsbereich (18 Leistungspunkte) und einem Domänenbereich (24 Leistungspunkte).

(3) Der Pflichtbereich „Mandatory Modules in Data Science and Artificial Intelligence“ vermittelt mathematische und rechnergestützte Grundlagen für die Analyse von Daten sowie die Grundlagen für rechtssichere und ethisch vertretbare Datenverwendung. Der Pflichtbereich besteht aus den Modulen „Foundations of Data Analytics (InfM-FDA, 6 Leistungspunkte), „Epistemology, Ethics and Privacy (InfM-EEP, 6 Leistungspunkte), „Seminar“ (InfM-Sem/DSAI, 3 Leistungspunkte), „Projekt“ (InfM-Proj/DSAI, 9 Leistungspunkte) und dem Abschlussmodul (30 Leistungspunkte) und hat damit einen Umfang von 54 Leistungspunkten.

(4) Im Wahlpflichtbereich „Fundamentals of Data Science and Artificial Intelligence“ werden Grundkenntnisse in den Bereichen der Analyse und Verarbeitung von Daten sowie die Handhabung großer Datenmengen sowie informatisches Basiswissen in den Bereichen Theoretische Informatik und Software-Engineering vermittelt. Der Wahlpflichtbereich „Fundamentals of Data Science and Artificial Intelligence“ umfasst 24 Leistungspunkte. Hier stehen die in der Anlage A dieser Fachspezifischen Bestimmungen und im Modulhandbuch beschriebenen Module der Kategorie Wahlpflicht („Fundamentals“) zur Verfügung. Zusätzlich zu den in Anlage A dieser Fachspezifischen Bestimmungen und im Modulhandbuch beschriebenen Modulen der Kategorie Wahlpflicht („Fundamentals“) können beim Vorsitz des zuständigen Prüfungsausschusses weitere geeignete Module beantragt werden.

(5) Im Vertiefungsbereich „Advanced Topics in Data Science and Artificial Intelligence“ werden die Kenntnisse aus dem Pflicht- und dem Wahlpflichtbereich in informatiknahen Themenbereichen vertieft. Der Vertiefungsbereich „Advanced Topics in Data Science and Artificial Intelligence“ umfasst 18 Leistungspunkte. Hier stehen die in der Anlage A dieser Fachspezifischen Bestimmungen und im Modulhandbuch beschriebenen Module der Kategorie Vertiefung („Advanced Topics“) zur Verfügung. Zusätzlich zu den in Anlage A dieser Fachspezifischen Bestimmungen und im Modulhandbuch

beschriebenen Modulen der Kategorie Vertiefung („Advanced Topics“) können beim Vorsitz des zuständigen Prüfungsausschusses weitere geeignete Module beantragt werden.

(6) Im Domänenbereich „Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence“ werden Grundkenntnisse in den jeweiligen Anwendungsdomänen vermittelt. Der Domänenbereich umfasst 24 Leistungspunkte. Im Domänenbereich müssen Module aus mindestens zwei Anwendungsdomänen mit mindestens 6 Leistungspunkten pro Domäne gewählt werden. Die Zuordnung von Modulen zu einem Schwerpunkt ist in der Anlage A dieser Fachspezifischen Bestimmungen und im Modulhandbuch beschrieben. Zusätzlich zu den in Anlage A dieser Fachspezifischen Bestimmungen und im Modulhandbuch beschriebenen Modulen der Domänenbereiche können beim Vorsitz des zuständigen Prüfungsausschusses weitere geeignete Module beantragt werden. Die Studierenden haben zudem die Möglichkeit, im Rahmen der 24 Leistungspunkte bis zu 6 Leistungspunkte aus dem für den Freien Wahlbereich geöffneten Lehrangebot der Universität Hamburg zu wählen. Sie können aber auch die gesamten 24 Leistungspunkte mit Anwendungsdomänen füllen. Der Prüfungsausschuss kann Empfehlungen für den Domänenbereich aussprechen.

(7) Über eine Anerkennung von Prüfungsleistungen aus einem vorangegangenen Bachelorstudium oder einem vergleichbaren Masterstudium entscheidet der Prüfungsausschuss im Einzelfall. Dabei berücksichtigt er insbesondere die Passfähigkeit zu den Qualifikationszielen des Masterstudiums und stellt sicher, dass der einzelne Studierende nicht dasselbe oder ein wesentlich inhaltsgleiches Modul im Bachelor- und nochmals im Masterstudium belegen kann.

1. FS	Foundations of Data Analytics (6 LP)	Epistemology, Ethics and Privacy (6 LP)	Wahlpflicht DSAI (9 LP)	Domänen (9 LP)
2. FS	Seminar DSAI (3 LP)	Wahlpflicht DSAI (15 LP)		Vertiefung DSAI (6 LP)
3. FS	Projekt DSAI (9 LP)		Vertiefung DSAI (12 LP)	Domänen (9 LP)
4. FS	Abschlussmodul (30 LP)			

Abb.: Studienplan Data Science and Artificial Intelligence (M.Sc.)

**Zu § 5:
Lehrveranstaltungsarten**

Zu § 5 Satz 2:

- (1) Alle Lehrveranstaltungsarten nach § 5 PO M.Sc. sind möglich.
- (2) Module bestehen insbesondere aus Kombinationen von Vorlesungen und jeweils einem Seminar oder einer Übung oder ausschließlich aus Vorlesungen oder Seminaren. Zudem können Vorlesungen mit integrierten Übungen angeboten werden.

Zu § 5 Satz 3 und 4:

Für folgende Lehrveranstaltungsarten besteht Anwesenheitspflicht:

- a) Seminare, da diese auch zum Ziel haben, die Kritikfähigkeit und die Fähigkeit, Diskussionen zu führen, zu verbessern;
- b) Praktika, da die Studierenden unter Anleitung zum Lösen praktischer Problemstellungen befähigt werden sollen;
- c) Projekte, da diese auch dem Erwerb von Sozialkompetenzen dienen, z.B. der Befähigung zur Projektarbeit in Team;
- d) Übungen, wenn die Qualifikationsziele des zugehörigen Moduls außerhalb der Übungen in der Regel nicht vollständig erreicht werden können.

Die Anwesenheitspflicht gilt nicht für die Zulassung zu Wiederholungsprüfungen.

Zu § 5 Satz 5:

Die Lehrveranstaltungssprache ist Englisch. In Modulen des Wahlpflichtbereichs, des Vertiefungsbereichs sowie des Domänenbereichs kann die Lehrveranstaltungssprache in Einzelfällen auch Deutsch sein. Es ist jedoch gewährleistet, dass das Studium in rein englischer Sprache absolviert werden kann.

**Zu § 13:
Studienleistungen und Modulprüfungen**

Zu § 13 Absatz 4:

Bei Klausuren beträgt die Prüfungsdauer in der Regel 120 Minuten. Mündliche Prüfungen dauern 20-30 Minuten. Näheres folgt aus der Anlage A. Abweichungen werden vor der Anmeldung zum Modul bekannt gegeben.

Zu § 13 Absatz 6:

Die Prüfung findet in englischer Sprache statt. Abweichungen werden vor der Anmeldung zum Modul bekannt gegeben. Im Einvernehmen zwischen Prüferin bzw. Prüfer und Prüfling kann die Prüfung in einer vom Modul abweichenden Sprache abgehalten werden.

**Zu § 14:
Masterarbeit**

Zum Abschlussmodul kann zugelassen werden, wer die Pflichtmodule „Foundations of Data Analytics (InfM-FDA), „Epistemology, Ethics and Privacy (InfM-EEP) sowie insgesamt mindestens 75 Leistungspunkte, darunter mindestens 6 Leistungspunkte in einer Anwendungsdomäne, erworben hat. Über Ausnahmefälle entscheidet die bzw. der Prüfungsausschussvorsitzende.

Verpflichtender Bestandteil des Abschlussmoduls ist ein Kolloquium bestehend aus einem Vortrag und einer wissenschaftlichen Diskussion zu den Inhalten der Arbeit. Vortrag und Diskussion haben einen Gesamtumfang von 30 bis 60 Minuten. Das Kolloquium geht zu einem Anteil von einem Zehntel in die Bewertung des Abschlussmoduls ein und muss mindestens mit der Note 4,0 bestanden sein. Das Kolloquium soll bis spätestens 6 Wochen nach Abgabe der schriftlichen Arbeit gehalten werden.

Zu § 14 Absatz 4 Satz 2:

Die Masterarbeit wird in englischer Sprache abgefasst.

Zu § 14 Absatz 5:

Der Bearbeitungsumfang des Abschlussmoduls, bestehend aus Masterarbeit und Kolloquium, umfasst 30 Leistungspunkte. Der Bearbeitungszeitraum der Masterarbeit beträgt 6 Monate.

Zu § 14 Absatz 7 Satz 1:

Mindestens eine Gutachterin bzw. ein Gutachter soll dem Fach Informatik angehören.

Zu § 15:

Bewertung der Prüfungsleistungen

Zu § 15 Absatz 3 Satz 5:

Setzt sich eine Modulprüfung aus mehreren Teilprüfungsleistungen zusammen, so wird die (Gesamt-)Note des Moduls als ein mittels Leistungspunkten gewichtetes Mittel der Noten für die Teilleistungen berechnet. Dies gilt nicht für das Abschlussmodul, für das die Berechnung der Modulnote unter „Zu § 14“ festgelegt ist.

Zu § 15 Absatz 3 Satz 10 und 11:

Die Gesamtnote der Masterprüfung wird als ein mittels Leistungspunkten gewichtetes Mittel der Modulnoten und der Note des Abschlussmoduls berechnet, wobei der Domänenbereich und der Freie Wahlbereich nicht berücksichtigt werden.

Zu § 15 Absatz 4:

Die Gesamtnote „Mit Auszeichnung bestanden“ wird vergeben, wenn das Abschlussmodul mit 1,0 bewertet wird, die gemittelte Gesamtnote kleiner oder gleich 1,3 beträgt und keine Modulnote der Pflichtmodule sowie der Wahlpflicht- und Vertiefungsmodule schlechter als 2,0 ist.

II. Modulbeschreibungen

Beschreibungen aller Module finden sich in der Anlage A dieser Fachspezifischen Bestimmungen und im Modulhandbuch.

Zu § 23:

Inkrafttreten

Diese Fachspezifischen Bestimmungen treten am Tage nach der Veröffentlichung in den Amtlichen Bekanntmachungen der Universität Hamburg in Kraft. Sie gelten erstmals für Studierende, die ihr Studium zum Wintersemester 2024/25 aufnehmen.

Hamburg, den xx.xxxx.2024

Universität Hamburg

Anlage A zu den Fachspezifischen Bestimmungen für den M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence

						Lehrveranstaltungen				Prüfungen			
Empfohlenes Semester	Angebotsturnus	Dauer (1 oder 2 Semester)	Pflicht (P), Wahlpflicht (WP) oder Wahl (W)	Modulnummer/-kürzel	Modulvoraussetzungen	Modul Veranstaltungstitel	Veranstaltungsform	SWS	Prüfungsvorleistung	Prüfungsform	Benotet	Leistungspunkte	
Pflichtbereich (Mandatory modules)													
Folgende Module müssen belegt werden: InfM-EEP, InfM-FDA, InfM-MA/DSAI, InfM-Proj/DSAI, InfM-Sem/DSAI												54	
1	WiSe	1	P	InfM-EEP	keine	Epistemology, Ethics and Privacy			keine	i.d.R. mündlich, abweichend Klausur*	ja	6	
						Epistemology, Ethics and Privacy	VL	2					
						Epistemology, Ethics and Privacy	Ü	2					
Qualifikationsziele: 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.													
1	WiSe	1	P	InfM-FDA	keine	Foundations of Data Analytics			keine	i.d.R. Klausur, abweichend mündlich*	ja	6	
						Foundations of Data Analytics	VL	2					
						Foundations of Data Analytics	Ü	2					
Qualifikationsziele: 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.													
2	WiSe / SoSe	1	P	InfM-Sem/DSAI	Empfohlen: Individuelle Seminare können spezifische inhaltliche Voraussetzungen empfehlen.	Seminar Data Science and Artificial Intelligence			Aktive Mitarbeit	Referat und schriftliche Ausarbeitung	ja	3	
						Seminar	Sem	2					
Qualifikationsziele: 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.													
3	WiSe	1	P	InfM-Proj/DSAI	Empfohlen: Individuelle Projekte können spezifische inhaltliche Voraussetzungen empfehlen.	Projekt Data Science and Artificial Intelligence			Aktive Mitarbeit	Projektabschluss	ja	9	
						Projekt	Proj	6					
Qualifikationsziele: 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.													
4	WiSe / SoSe	s.u.	P	InfM-MA/DSAI	Verbindlich: Vgl. §14 der MIN-PO sowie die FSB zu §14	Abschlussmodul			Siehe §14 FSB	Masterarbeit (90 %) und Kolloquium (10 %)	ja	30	
						Masterarbeit und Präsentation in einem Kolloquium	-	-					

						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).														
Qualifikationsziele: <ul style="list-style-type: none"> 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. Sie besitzen vertiefte Problemlösungskompetenz sowie die Fähigkeit zum Transfer des Theorie- und Methodenwissens aus den Gebieten Data Science und Künstliche Intelligenz in neue Anwendungsbereiche, zur wissenschaftliche Bewertung und Einordnung der eigenen Arbeit vor dem Hintergrund aktueller Forschungsarbeiten zum jeweils gewählten Thema und die Fähigkeit zur Dokumentation von Problemanalysen, Lösungsansätzen und empirischen Befunden nach wissenschaftlichen Standards. Sie haben die Fähigkeit zur Darstellung, wissenschaftlichen Bewertung und Diskussion der Lösungsansätze in schriftlicher und mündlicher Form erlangt. 																				
Wahlpflichtbereich Fundamentals of Data Science and Artificial Intelligence																				
Sie können aus folgenden Modulen wählen: InfM-ALG, InfM-DIS, InfM-ML, InfM-NN, InfM-STSP, InfM-SWA																			24	
1	WiSe	1	WP	InfM-ALG	Verbindlich: Kenntnisse von Algorithmen und Datenstrukturen sowie grundlegende Kenntnisse zu den formalen Grundlagen der Informatik	Algorithms	keine	i.d.R. Klausur, abweichend mündlich*	ja	9										
						Algorithms	VL	4												
						Akgorithms	Ü	2												
Qualifikationsziele: 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.																				
1	WiSe	1	WP	InfM-STSP	keine	Statistical Signal Processing	keine	i.d.R. mündlich, abweichend Klausur*	ja	9										
						Statistical Signal Processing	VL	4												
						Statistical Signal Processing	Ü	2												
Qualifikationsziele: 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.																				
1	WiSe	1	WP	InfM-SWA	Empfohlen: Programmierkenntnisse in einer objektorientierten Programmiersprache	Software Architecture	keine	i.d.R. Klausur (90 Min.), abweichend mündlich*	ja	6										
						Software Architecture	VL	2												
						Software Architecture	Sem	2												
Qualifikationsziele: 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.																				
2	SoSe	1	WP	InfM-DIS	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)	Databases and Information Systems	keine	i.d.R. Klausur, abweichend mündlich*	ja	9										
						Databases and Information Systems	VL	4												
						Databases and Information Systems	Ü/Sem	2												
Qualifikationsziele: 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).																				

2	SoSe	1	WP	InfM-ML	Empfohlen: Grundkenntnisse in Linearer Algebra, Stochastik, Data Mining, Python	Machine Learning	keine	i.d.R. Klausur, abweichend mündlich*	ja	9
						Machine Learning	VL	4		
						Machine Learning	Ü/Sem	2		
<p>Qualifikationsziele: 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.</p>										
2	SoSe	1	WP	InfM-NN	Empfohlen:Kenntnisse in bioinspirierter künstlicherIntelligenz	Neural Networks	keine	i.d.R. mündlich, abweichend Klausur*	ja	6
						Neural Networks	VL	2		
						Neural Networks	Sem	2		
<p>Qualifikationsziele: Die Studierenden besitzen vertieftes Verständnis künstlicher neuronaler Netzwerke und deren Integration in Informatikarchitekturen. Sie können komplexe Problemstellungen durchdringen und für diese adäquate Lösungen erarbeiten.</p>										
<p>Vertiefung Advanced Topics in Data Science and Artificial Intelligence</p>										
Sie können aus folgenden Modulen wählen: InfM-BAI, InfM-BKIM, InfM-CV 1, InfM-CV 2, InfM-IR, InfM-LT, InfM-NLP, InfM-OML, InfM-RT, InfM-SSV, InfM-WV										18
1/3	WiSe	1	WP	InfM-BAI	keine	Bio-Inspired Artificial Intelligence	keine	i.d.R. mündlich, abweichend Klausur*	ja	6
						Bio-inspired Artificial Intelligence	VL	2		
						Bio-inspired Artificial Intelligence	Sem	2		
<p>Qualifikationsziele: 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.</p>										
1/3	WiSe, unreg.	1	WP	InfM-BKIM	Empfohlen: Programmiererfahrung in Python, Grundlagen der (deskriptiven) Statistik	Biostatistics and Artificial Intelligence in Medicine	keine	Referat und schriftliche Ausarbeitung mit einer Gesamtnote (100 %)	ja	6
						Biostatistics and Artificial Intelligence in Medicine	VL	2		
						Biostatistics and Artificial Intelligence in Medicine	Ü	2		
<p>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.</p>										
1/3	WiSe	1	WP	InfM-CV1	keine	Computer Vision I	keine	i.d.R. Klausur, abweichend mündlich*	ja	6
						Computer Vision I	VL	2		
						Computer Vision I	Ü	2		
<p>Qualifikationsziele: Die Studierenden kennen die Grundlagen der digitalen Bildverarbeitung und Computer Vision und haben ihr Wissen in begleitenden Übungen gefestigt.</p>										
1/3	WiSe	1	WP	InfM-IR	Empfohlen: Grundkenntnisse der Wissensver- arbeitung	Intelligent Robotics	keine	i.d.R. mündlich, abweichend Klausur*	ja	6
						Intelligent Robotics	VL	2		

						Intelligent Robotics	Sem	2						
Qualifikationsziele: 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.														
1/3	SoSe	1	WP	InfM-LT	Empfohlen: Grundkenntnisse der automatischen Sprachverarbeitung; Grundkenntnisse im Maschinellen Lernen	Language Technology	keine		i.d.R. Klausur, abweichend mündlich*	ja	6			
						Language Technology	VL	2						
						Language Technology	Ü	2						
Qualifikationsziele: 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.														
1/3	WiSe	1	WP	InfM-NLP	Verbindlich: Programmierung in Java — Empfohlen: Kenntnisse im Bereich Algorithmik und Mathematik	Natural Language Processing and the Web	keine		i.d.R. Klausur, abweichend mündlich*	ja	6			
						Natural Language Processing and the Web	VL	2						
						Natural Language Processing and the Web	Ü	2						
Qualifikationsziele: 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.														
1/3	WiSe	1	WP	InfM-OML	Empfohlen: InfM-ML, Grundkenntnisse in Linearer Algebra, Analysis, Python	Optimization for Machine Learning	keine		i.d.R. Klausur (90 Min.), abweichend mündlich*	ja	6			
						Optimization for Machine Learning	VL	2						
						Optimization for Machine Learning	Ü	2						
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.														
1/3	WiSe	1	WP	InfM-WV	Empfohlen: Grundkenntnisse der Wissensverarbeitung und der Logik	Knowledge Processing	keine		i.d.R. mündlich, abweichend Klausur*	ja	6			
						Knowledge Processing	VL	2						
						Knowledge Processing	Sem	2						
						Angebot auch als VL 3 SWS und Sem 1 SWS möglich.								
Qualifikationsziele: Die Studierenden haben vertieftes Verständnis der Handhabung von Daten-, Informations- und Wissensbeständen für komplexe Domänen. Sie besitzen die Fähigkeit zur Anforderungsanalyse und gezielter 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.														
2	SoSe, mind. jedes 2. Jahr	1	WP	InfM-CV 2	Empfohlen: Modul Computer Vision I (InfM-CV1)	Computer Vision II	keine		i.d.R. mündlich, abweichend Klausur*	ja	6			
						Computer Vision II	VL	2						
						Computer Vision II	Ü/Sem	2						

Qualifikationsziele: 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.												
2	SoSe	1	WP	InfM-RT	Empfohlen: Grundkenntnisse der Wissensverarbeitung	Robot Technology			keine	i.d.R. mündlich, abweichend Klausur*	ja	6
						Introduction to Robotics	VL	2				
						Introduction to Robotics	Ü	1				
						Robot Practical Course	Prak	1				
Qualifikationsziele: Die Studierenden beherrschen die mathematischen Werkzeuge zur Beschreibung von Robotersystemen. Sie sind in der Lage, Komponenten für reale Roboter anzuwenden und zu entwickeln.												
2	SoSe	1	WP	InfM-SSV	Empfohlen: Grundlagenkenntnisse in Signalverarbeitung	Speech Signal Processing			keine	i.d.R. mündlich, abweichend Klausur*	ja	6
						Speech Signal Processing	VL	2				
						Speech Signal Processing	Ü	2				
Qualifikationsziele: 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.												
Domänenbereich Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence												
Sie können Module nach Angebot wählen, wobei in den Domänen und im freien Wahlbereich insgesamt mindestens 24 LP belegt werden müssen, darunter aus mindestens zwei verschiedenen Domänen jeweils mindestens 6 LP. Bis zu 6 LP können im freien Wahlbereich belegt werden.												
Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Biologie												
Sie können Module nach Angebot wählen, wobei in den Domänen und im freien Wahlbereich insgesamt mindestens 24 LP belegt werden müssen, darunter aus mindestens zwei verschiedenen Domänen jeweils mindestens 6 LP. Bis zu 6 LP können im freien Wahlbereich belegt werden. In <i>Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Biology</i> bestehen diese Angebote: BBIO-WPW-22a, BBIO-WPW-37, Bio-2, i-MARSYS 1, MBIO-W-31, MBIO-W-38, MBIO-W-49, MoPS-01, MoPS-05												
1/3	WiSe	1	WP	BBIO-WPW-22a	keine	Einführung in die Verhaltensökologie			keine	Klausur	ja	3
						Einführung in die Verhaltensökologie	VL	1				
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.												
1/3	WiSe	1	WP	BBIO-WPW-37	Empfohlen: Kenntnisse in Ökologie werden empfohlen. (Knowledge in Ecology is recommended.)	Grundlagen der numerischen Modellierung in der Biologie			Aktive Mitarbeit	Hausarbeit	ja	3
						Mathematische Beschreibung biologischer Prozesse	VL	1				
						Programmierung mit Matlab/Octave und Fortran	Sem	1				
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.												
1/3	WiSe	1	WP	Bio-2	keine	Evolutionsbiologie			keine	Klausur	ja	4
						Grundlagen der Evolutionsbiologie (Fundamentals in Evolutionary Biology)	VL	2				
						Biologische Fallstudien (Case Studies in Evolutionary Biology)	VL	1				
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.												
1/3	WiSe	1	WP	i-MARSYS 1	keine	Introduction to Biological Oceanography and Fisheries Science			Referat	i.d.R. mündlich, abweichend Klausur*	ja	6

						Introduction to Biological Oceanography and Fisheries Science	VL	3					
						Current Literature in Biological Oceanography and Fisheries Science	Sem	2					
Qualifikationsziele: Die Studierenden kennen und verstehen grundlegende Fragestellungen, Methoden und den aktuellen Wissensstand in den Bereichen Biologische Ozeanographie und Fischereiwissenschaft.													
1/3	WiSe	1	WP	MBIO-W-31	keine	Digitale Methoden der organismischen Strukturanalyse			Aktive Mitarbeit	mündlich	ja	9	
						Softwareübung zur organismischen Strukturanalyse	Ü	3					
						Praktikum zur organismischen Strukturanalyse	Prak	6					
Qualifikationsziele: 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.													
1/3	WiSe	1	WP	MoPS-01	keine	Introduction to Molecular Plant Science			Referat	Mündliche oder schriftliche Prüfung	ja	6	
						Introduction to Molecular Plant Science	VL	2					
						Case Studies	Sem	2					
Qualifikationsziele: Die Studierenden sind mit den aktuellen Themen der Molekularen Pflanzenwissenschaften, insbesondere der Pflanzenphysiologie, -entwicklungsbiologie, und -genetik und der Infektionsbiologie vertraut.													
1/3	SoSe	1	WP	MoPS-05	keine	Ethics in Biology			Aktive Mitarbeit		ja	6	
						Ethics in Biology	VL	2					
						Ethics in Biology	Sem	2					
Qualifikationsziele: 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.													
2	SoSe	1	WP	MBIO-W-38	Empfohlen: Fortgeschrittene Kenntnisse in Pflanzenphysiologie und Ökologie werden empfohlen. (Advanced knowledge in Plant Physiology and Ecology is recommended.)	Modellierung der Vegetation im Erdsystem			Übungsabschluss	Hausarbeit	ja	3	
						Die Funktion der Vegetation im Erdsystem	VL	1					
						Prozessbasierte Modellierung von Vegetation	Ü	1					
Qualifikationsziele: 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.													
2	WiSe	1	WP	MBIO-W-49	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.)	Interaktionen von Biota mit globalen Stoffkreisläufen von der Erdvergangenheit bis in die Zukunft			Erfolgreiche Seminarteilnahme	Referat	ja	3	
						Interaktionen von Biota mit globalen Stoffkreisläufen von der Erdvergangenheit bis in die Zukunft	Sem	2					
Qualifikationsziele: 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.													
Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Chemie													
Sie können Module nach Angebot wählen, wobei in den Domänen und im freien Wahlbereich insgesamt mindestens 24 LP belegt werden müssen, darunter aus mindestens zwei verschiedenen Domänen jeweils mindestens 6 LP. Bis zu 6 LP können im freien Wahlbereich belegt werden.													
In <i>Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Chemistry</i> bestehen diese Angebote: CHE 002 A, CHE 008, CHE 015 CIS, CHE 026 A, CHE 070 A, CHE 071, CHE 080 A, CHE 081 A, CHE 136, CHE 356, CHE 498 A, CHE-DSiC													

1/3	WiSe	1	WP	CHE 498 A	Empfohlen: Grundlagen der Quantenmechanik sowie grundlegende Python-Kenntnisse	Synthetische Zellbiologie – Vorlesungs- und Seminarmodul			Erfolgreiche Seminar- teilnahme	Referat im Seminar auf Englisch (40 %) und mündliche Prüfung oder Klausur in Deutsch oder Englisch (60 %)	ja	3
						Synthetische Zellbiologie – Vorlesungs- und Seminarmodul	VL	1				
						Synthetische Zellbiologie – Vorlesungs- und Seminarmodul	Sem	1				
<p>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.</p>												
1/3	WiSe	1	WP	CHE 002 A	keine	Physikalische Chemie I: Allgemeine Einführung in die Physikalische Chemie			keine	Klausur	ja	4,5
						Physikalische Chemie I: Allgemeine Einführung in die Physikalische Chemie	VL	2				
						Physikalische Chemie I: Allgemeine Einführung in die Physikalische Chemie	Ü	1				
<p>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.</p>												
1/3	WiSe	1	WP	CHE 008	keine	Einführung in die Biochemie			keine	Klausur	ja	3
						Einführung in die Biochemie	VL	2				
<p>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, Nucleinsäuren, 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 Nucleinsäurefunktion 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 Nucleinsäuren 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.</p>												
1/3	WiSe	1	WP	CHE 015 CIS	Empfohlen: Kenntnisse der physikalischen Chemie	Theoretische Chemie			Übungs- und Projekt- abschluss	Klausur	ja	6
						Theoretische Chemie	VL	1				
						Theoretische Chemie	Ü	1				
						Theoretische Chemie	Proj	2				
<p>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.</p>												
1/3	WiSe	1	WP	CHE 080 A	keine	Allgemeine und Anorganische Chemie			Übungs- abschluss	Klausur	ja	6
						Allgemeine und Anorganische Chemie	VL	4				
						Allgemeine und Anorganische Chemie	Ü	2				
<p>Qualifikationsziele: 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.</p>												

1/3	WiSe	1	WP	CHE 356	Empfohlen: Einführende Veranstaltungen der Chemie und Biochemie	Einführung in die Medizinische Chemie	keine	Klausur	ja	3
						Einführung in die Medizinische Chemie	VL	2		
Qualifikationsziele: 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.										
2	SoSe	1	WP	CHE 026 A	Empfohlen: Einführende Veranstaltungen der physikalischen Chemie	Computerchemie – Vorlesungsmodul	keine	Klausur	ja	6
						Molekulardynamik und maschinelles Lernen	VL	2		
						Dichtefunktionaltheorie und chemische Bindung	VL	2		
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.										
2	SoSe	1	WP	CHE 070 A	Empfohlen: CHE 002 A	Physikalische Chemie II: Einführung in die Quantenmechanik	keine	Klausur	ja	4,5
						Physikalische Chemie II: Einführung in die Quantenmechanik	VL	2		
						Physikalische Chemie II: Einführung in die Quantenmechanik	Ü	1		
Qualifikationsziele: 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.										
2	SoSe	1	WP	CHE 071	Empfohlen: Einführende Veranstaltungen der physikalischen Chemie	Physikalische Chemie III: Vertiefung zentraler Themen der Physikalischen Chemie	keine	Klausur	ja	4,5
						Physikalische Chemie III: Vertiefung zentraler Themen der Physikalischen Chemie	VL	2		
						Physikalische Chemie III: Vertiefung zentraler Themen der Physikalischen Chemie	Ü	1		
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.										
2	SoSe	1	WP	CHE 081 A	Empfohlen: CHE 080 A	Organische Chemie	keine	Klausur	ja	6
						Organische Chemie	VL	3		
						Organische Chemie	Ü	2		
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.										
2	SoSe	1	WP	CHE 136	Empfohlen: Grundlagen der Quantenmechanik sowie grundlegende Python-Kenntnisse	Electronic Transport in Molecules and Nanoscopic Systems	keine	i.d.R. Referat, abweichend Hausarbeit*	ja	3

						Electronic Transport in Molecules and Nanoscopic Systems	VL	2												
Qualifikationsziele: 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.																				
2	SoSe	1	WP	CHE-DSiC	keine	Data Science in Chemistry			Praktikumsabschluss	Referat	ja	6								
						Einblick in Forschung in der Chemie	Prak	0												
						Forschungspraktikum	Prak	0												
Qualifikationsziele: Die Studierenden beherrschen die Fähigkeit, wissenschaftliche Fragestellungen zielgerichtet zu bearbeiten und gelernte Methoden anzuwenden, sowie die Ergebnisse zu verknüpfen und darzustellen.																				
Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Erdsystemwissenschaften																				
Sie können Module nach Angebot wählen, wobei in den Domänen und im freien Wahlbereich insgesamt mindestens 24 LP belegt werden müssen, darunter aus mindestens zwei verschiedenen Domänen jeweils mindestens 6 LP. Bis zu 6 LP können im freien Wahlbereich belegt werden. In <i>Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Earth System Sciences</i> bestehen diese Angebote: GO-GEIN-G, GP-M-AS-APPVOLC, GP-M-AS-INV, GP-M-AS-MIG, GP-M-AS-MLG, GP-M-AS-MSEM, GP-M-AS-SEI, ICSS-M-1.2-PCS, ICSS-M-2.1-DLAI, ICSS-M-2.2.7, MET-KLIMA, MET-M-ACE-AP, MET-M-ACE-CM, MET-M-ACE-GWL, MET-M-ACE-NP, MET-M-ADYN, MET-M-EXP-S, OZ-M-DL, OZ-M-IPO, OZ-M-MACH																				
1/3	WiSe	1	WP	GP-M-AS-INV	Empfohlen: Analyzing Earth System Data	Inversion Problems			Nach Bekanntgabe zu Beginn	Übungsabschluss	ja	6								
						Inversion Problems	VL	2												
						Inversion Problems	Ü	2												
Qualifikationsziele: 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.																				
1/3	WiSe	1	WP	GP-M-AS-MIG	Empfohlen: Analyzing Earth System Data	Migration of seismic reflection data				Klausur	ja	6								
						Migration of seismic reflection data	VL	2												
						Migration of seismic reflection data	Ü	2												
Qualifikationsziele: 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.																				
1/3	WiSe	1	WP	GP-M-AS-MLG	Empfohlen: Analyzing Earth System Data	Machine Learning in Geophysics			Übungsabschluss	Hausarbeit	ja	6								
						Machine Learning in Geophysics	VL	2												
						Machine Learning in Geophysics	Ü	2												
Qualifikationsziele: 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.																				
1/2/3	WiSe o. SoSe, i.d.R. jed. Sem.	1	WP	GP-M-AS-MSEM	Empfohlen: Analyzing Earth System Data	Seminar on Machine Learning in Geophysics			Nach Bekanntgabe zu Beginn	Referat und schriftliche Ausarbeitung	nein	3								
						Seminar on Machine Learning in Geophysics	Sem	2												
Qualifikationsziele: 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.																				

1/3	WiSe	1	WP	GP-M-AS-SEI	Empfohlen: Generating Earth System Data	Body and Surface Wave Seismology		Übungs- abschluss	Klausur Übungsabschluss	ja	6
						Body and Surface Wave Seismology	VL	2			
						Body and Surface Wave Seismology	Ü	2			
<p>Qualifikationsziele: 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.</p>											
1/3	WiSe	1	WP	ICSS-M-1.2-PCS	keine	Physics of the Climate System			mündlich oder schriftlich	ja	4,5
						Physics of the Climate System	VL	4			
<p>Qualifikationsziele: Die Studierenden haben ein grundlegendes Verständnis der meteorologischen und ozeanographischen Prozesse, die für den mittleren Zustand und die Variabilität des Klimasystems relevant sind.</p>											
1/3	WiSe	1	WP	MET-KLIMA	keine	Grundlagen Meteorologie und Klima			Klausur	ja	4
						Grundlagen Meteorologie und Klima	VL	2			
						Grundlagen Meteorologie und Klima	Ü	2			
<p>Qualifikationsziele: Die Studierende kennen grundlegende Konzepte der Meteorologie und Klimaforschung. Sie kennen das wichtigste Phänomen und ihre physikalischen Grundlagen. Sie sind befähigt zu interdisziplinärer Zusammenarbeit.</p>											
1/3	WiSe	1	WP	MET-M-ACE-AP	keine	Atmospheric Physics			mündlich	ja	6
						Atmospheric Physics	VL	2			
						Atmospheric Physics	Ü	2			
<p>Qualifikationsziele: 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.</p>											
1/3	WiSe	1	WP	MET-M-ACE- GWL	Empfohlen: Analyzing Earth System Data	Geophysical Wave Lab			Hausarbeit	ja	6
						Geophysical Wave Lab	VL	2			
						Geophysical Wave Lab	Ü	2			
<p>Qualifikationsziele: 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.</p>											
1/3	WiSe	1	WP	MET-M-ADYN	keine	Atmospheric Dynamics			mündlich	ja	6
						Atmospheric Dynamics	VL	2			
						Atmospheric Dynamics	Ü	2			
<p>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.</p>											
1/3	WiSe	1	WP	OZ-M-IPO	keine	Introduction to Physical Oceanography			Übungsabschluss	ja	3
						Introduction to Physical Oceanography	VL	2			
<p>Qualifikationsziele: 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.</p>											
1/3	WiSe	1	WP	OZ-M-MACH	Empfohlen: Analyzing Earth System Data	Machine Learning in Climate Science			Referat und schriftliche Ausarbeitung	ja	3
						Machine Learning in Climate Science	Sem	2			
<p>Qualifikationsziele: 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.</p>											
2	SoSe	1	WP	GO-GEIN-G	keine	Einführung Geophysik		Übungs- abschluss	Klausur Übungsabschluss	ja	4

						Einführung Geophysik	VL	3				
						Einführung Geophysik	Ü	1				
<p>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.</p>												
2	SoSe	1	WP	GP-M-AS-APPVOLC	Empfohlen: Generating Earth System Data, GP-M-AS-INV	Applied Volcanology			Nach Bekanntgabe zu Beginn	Hausarbeit	ja	4
						Applied Volcanology	VL	2				
						Applied Volcanology	Ü	1				
<p>Qualifikationsziele: 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.</p>												
2	SoSe	1	WP	ICSS-M-2.1-DLAI	keine	Dynamics of land-atmosphere interactions				Klausur	ja	3
						Dynamics of land-atmosphere interactions	VL	2				
<p>Qualifikationsziele: 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.</p>												
2	SoSe	1	WP	ICSS-M-2.2.7	Empfohlen: Generating Earth System Data	Sea ice physics, observations and modelling				Klausur	ja	6
						Sea ice physics, observations and modelling	VL	2				
						Sea ice physics, observations and modelling	Ü	2				
<p>Qualifikationsziele: 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.</p>												
2	SoSe	1	WP	MET-M-ACE-CM	Empfohlen: Generating Earth System Data	Climate Modelling				Übungsabschluss	ja	6
						Climate Modelling	VL	2				
						Climate Modelling	Ü	2				
<p>Qualifikationsziele: 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.</p>												
2	SoSe	1	WP	MET-M-ACE-NP	Empfohlen: Generating Earth System Data	Numerical Weather Prediction				Übungsabschluss	ja	6
						Numerical Weather Prediction	VL/int.Ü	4				
<p>Qualifikationsziele: 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.</p>												
2	SoSe	1	WP	MET-M-EXP-S	Empfohlen: Generating Earth System Data	Experimental Meteorology				Referat und schriftliche Ausarbeitung	ja	3
						Experimental Meteorology	Sem	2				
<p>Qualifikationsziele: 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.</p>												
2	SoSe	1	WP	OZ-M-DL	Empfohlen: Analyzing Earth System Data	Practical Deep Learning with Climate Data				Übungsabschluss	ja	6

						Practical Deep Learning with Climate Data	VL/int.Ü	4						
<p>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.</p>														
<p>Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Informatik</p> <p>Sie können Module nach Angebot wählen, wobei in den Domänen und im freien Wahlbereich insgesamt mindestens 24 LP belegt werden müssen, darunter aus mindestens zwei verschiedenen Domänen jeweils mindestens 6 LP. Bis zu 6 LP können im freien Wahlbereich belegt werden.</p> <p>In <i>Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Informatics</i> bestehen diese Angebote: InfM-ALG, InfM-ARA, InfM-BAI, InfM-BKIM, InfM-CV1, InfM-CV2, InfM-DIS, InfM-IR, InfM-LT, InfM-ML, InfM-NLP, InfM-NN, InfM-OML, InfM-RT, InfM-SSV, InfM-STSP, InfM-SWA, InfM-WV</p> <p>Eventuell bereits in <i>Vertiefung Advanced Topics in Data Science and Artificial Intelligence</i> oder <i>Domänenbereich Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence</i> belegte Module stehen nicht zur Verfügung.</p>														
1/3	WiSe	1	WP	InfM-ALG	Verbindlich: Kenntnisse von Algorithmen und Datenstrukturen sowie grundlegende Kenntnisse zu den formalen Grundlagen der Informatik	Algorithms	keine		i.d.R. Klausur, abweichend mündlich*	ja	9			
						Algorithms	VL	4						
						Algorithms	Ü	2						
<p>Qualifikationsziele: 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.</p>														
1/3	WiSe	1	WP	InfM-ARA	Empfohlen: Kenntnisse im Bereich Algorithmik und Mathematik	Analyse randomisierter Algorithmen	keine		i.d.R. mündlich, abweichend Klausur*	ja	9			
						Randomisierte Algorithmen	VL/int.Ü	4						
						Randomisierte Algorithmen	Sem	2						
<p>Qualifikationsziele: Die Studierenden kennen Grundlagen, die zum Analysieren randomisierter Algorithmen und Systeme notwendig sind. Sie können diese Grundlagen bei der Analyse randomisierter Algorithmen einsetzen.</p>														
1/3	WiSe	1	WP	InfM-BAI	keine	Bio-Inspired Artificial Intelligence	keine		i.d.R. mündlich, abweichend Klausur*	ja	6			
						Bio-inspired Artificial Intelligence	VL	2						
						Bio-inspired Artificial Intelligence	Sem	2						
<p>Qualifikationsziele: 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.</p>														
1/3	WiSe, unreg.	1	WP	InfM-BKIM	Empfohlen: Programmiererfahrung in Python, Grundlagen der (deskriptiven) Statistik	Biostatistics and Artificial Intelligence in Medicine	keine		Referat und schriftliche Ausarbeitung mit einer Gesamtnote (100%)	ja	6			
						Biostatistics and Artificial Intelligence in Medicine	VL	2						
						Biostatistics and Artificial Intelligence in Medicine	Ü	2						
<p>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.</p>														
1/3	WiSe	1	WP	InfM-CV1	keine	Computer Vision I	keine		i.d.R. Klausur, abweichend mündlich*	ja	6			
						Computer Vision I	VL	2						
						Computer Vision I	Ü	2						

Qualifikationsziele: Die Studierenden kennen die Grundlagen der digitalen Bildverarbeitung und Computer Vision und haben ihr Wissen in begleitenden Übungen gefestigt.										
1/3	WiSe	1	WP	InfM-IR	Empfohlen: Grundkenntnisse der Wissensver- arbeitung	Intelligent Robotics	keine	i.d.R. mündlich, abweichend Klausur*	ja	6
						Intelligent Robotics	VL	2		
						Intelligent Robotics	Sem	2		
Qualifikationsziele: 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.										
1/3	SoSe	1	WP	InfM-LT	Empfohlen: Grundkenntnisse der automatischen Sprachverarbeitung; Grundkenntnisse im Maschinellen Lernen	Language Technology	keine	i.d.R. Klausur, abweichend mündlich*	ja	6
						Language Technology	VL	2		
						Language Technology	Ü	2		
Qualifikationsziele: 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.										
1/3	WiSe	1	WP	InfM-NLP	Verbindlich: Programmierung in Java — Empfohlen: Kenntnisse im Bereich Algorithmik und Mathematik	Natural Language Processing and the Web	keine	i.d.R. Klausur, abweichend mündlich*	ja	6
						Natural Language Processing and the Web	VL	2		
						Natural Language Processing and the Web	Ü	2		
Qualifikationsziele: 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.										
1/3	WiSe	1	WP	InfM-OML	Empfohlen: InfM-ML, Grundkenntnisse in Linearer Algebra, Analysis, Python	Optimization for Machine Learning	keine	i.d.R. Klausur (90 Min.), abweichend mündlich*	ja	6
						Optimization for Machine Learning	VL	2		
						Optimization for Machine Learning	Ü	2		
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.										
1/3	WiSe	1	WP	InfM-STSP	keine	Statistical Signal Processing	keine	i.d.R. mündlich, abweichend Klausur*	ja	9
						Statistical Signal Processing	VL	4		
						Statistical Signal Processing	Ü	2		
Qualifikationsziele: 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.										

1/3	WiSe	1	WP	InfM-SWA	Empfohlen: Programmierkenntnisse in einer objektorientierten Programmiersprache	Software Architecture	keine	i.d.R. Klausur (90 Min.), abweichend mündlich*	ja	6
						Software Architecture	VL	2		
						Software Architecture	Sem	2		
<p>Qualifikationsziele: 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.</p>										
1/3	WiSe	1	WP	InfM-WV	Empfohlen: Grundkenntnisse der Wissensverarbeitung und der Logik	Knowledge Processing	keine	i.d.R. mündlich, abweichend Klausur*	ja	6
						Knowledge Processing	VL	2		
						Knowledge Processing	Sem	2		
						Angebot auch als VL 3 SWS und Sem 1 SWS möglich.				
<p>Qualifikationsziele: Die Studierenden haben vertieftes Verständnis der Handhabung von Daten-, Informations- und Wissensbeständen für komplexe Domänen. Sie besitzen die Fähigkeit zur Anforderungsanalyse und gezielter 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.</p>										
2	SoSe, mind. jedes 2. Jahr	1	WP	InfM-CV 2	Empfohlen: Modul Computer Vision I (InfM-CV 1)	Computer Vision II	keine	i.d.R. mündlich, abweichend Klausur*	ja	6
						Computer Vision II	VL	2		
						Computer Vision II	Ü/Sem	2		
<p>Qualifikationsziele: 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.</p>										
2	SoSe	1	WP	InfM-DIS	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)	Databases and Information Systems	keine	i.d.R. Klausur, abweichend mündlich*	ja	9
						Databases and Information Systems	VL	4		
						Databases and Information Systems	Ü/Sem	2		
<p>Qualifikationsziele: 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>										
2	SoSe	1	WP	InfM-ML	Empfohlen: Grundkenntnisse in Linearer Algebra, Stochastik, Data Mining, Python	Machine Learning	keine	i.d.R. Klausur, abweichend mündlich*	ja	9
						Machine Learning	VL	4		
						Machine Learning	Ü/Sem	2		
<p>Qualifikationsziele: 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.</p>										

2	SoSe	1	WP	InfM-NN	Empfohlen: Kenntnisse in bioinspirierter künstlicher Intelligenz	Neural Networks	keine	i.d.R. mündlich, abweichend Klausur*	ja	6
						Neural Networks	VL	2		
						Neural Networks	Sem	2		
<p>Qualifikationsziele: Die Studierenden besitzen vertieftes Verständnis künstlicher neuronaler Netzwerke und deren Integration in Informatikarchitekturen. Sie können komplexe Problemstellungen durchdringen und für diese adäquate Lösungen erarbeiten.</p>										
2	SoSe	1	WP	InfM-RT	Empfohlen: Grundkenntnisse der Wissensverarbeitung	Robot Technology	keine	i.d.R. mündlich, abweichend Klausur*	ja	6
						Introduction to Robotics	VL	2		
						Introduction to Robotics	Ü	1		
						Robot Practical Course	Prak	1		
<p>Qualifikationsziele: Die Studierenden beherrschen die mathematischen Werkzeuge zur Beschreibung von Robotersystemen. Sie sind in der Lage, Komponenten für reale Roboter anzuwenden und zu entwickeln.</p>										
2	SoSe	1	WP	InfM-SSV	Empfohlen: Grundlagenkenntnisse in Signalverarbeitung	Speech Signal Processing	keine	i.d.R. mündlich, abweichend Klausur*	ja	6
						Speech Signal Processing	VL	2		
						Speech Signal Processing	Ü	2		
<p>Qualifikationsziele: 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.</p>										
<p>Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Mathematik</p> <p>Sie können Module nach Angebot wählen, wobei in den Domänen und im freien Wahlbereich insgesamt mindestens 24 LP belegt werden müssen, darunter aus mindestens zwei verschiedenen Domänen jeweils mindestens 6 LP. Bis zu 6 LP können im freien Wahlbereich belegt werden.</p> <p>In <i>Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Mathematics</i> bestehen diese Angebote: Ma-M-MSAT/DSAI-HDS2, Ma-M-S/DASI-MDN, Ma-M-VMMOA/DSAI-AT12, Ma-M-VMMOA/DSAI-AT6, Ma-M-VMMOA/DSAI-MOML, Ma-M-VMMOA/DSAI-NSO, Ma-M-VMS/DSAI-HDS1, Ma-M-VMS/DSAI-VMS, Ma-M-WR/DSAI-MML, Ma-M-WR/DSAI-MoL</p>										
1/2/3	WiSe o. SoSe, unreg.	1	WP	Ma-M-S/DASI-MDN	Empfohlen: Kenntnisse in Linearer Algebra und Analysis sowie Vorkenntnisse in der nichtlinearen Optimierung	Modellierung und Datenanalyse auf großen Netzwerken	keine	Referat	ja	4
						Modellierung und Datenanalyse auf großen Netzwerken	Sem	2		
<p>Qualifikationsziele: 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.</p>										
1/2/3	WiSe o. SoSe, unreg.	1	WP	Ma-M-VMMOA/DSAI-AT12	keine	Selected Topics in Optimization and Approximation	Übungsabschluss	mündlich	ja	12
						Selected Topics in Optimization and Approximation	VL	4		
						Selected Topics in Optimization and Approximation	Ü	2		
<p>Qualifikationsziele: 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.</p>										
1/2/3	WiSe o. SoSe, unreg.	1	WP	Ma-M-VMMOA/DSAI-AT6	Empfohlen: Kenntnisse in Linearer Algebra und Analysis sowie Vorkenntnisse in der nichtlinearen Optimierung	Selected Topics in Optimization and Approximation	Übungsabschluss	mündlich	ja	6
						Selected Topics in Optimization and Approximation	VL	2		
						Selected Topics in Optimization and Approximation	Ü	1		

Qualifikationsziele: 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.											
1/2/3	WiSe o. SoSe, unreg.	1	WP	Ma-M- VMMOA/DSAI- MOML	Empfohlen: Kenntnisse der Analysis und Linearen Algebra, Vorkenntnisse in der (nichtlinearen oder nicht-glatten) Optimierung	Mathematical Optimization in Machine Learning		Übungs- abschluss	mündlich	ja	6
						Mathematical Optimization in Machine Learning	VL	2			
						Mathematical Optimization in Machine Learning	Ü	1			
Qualifikationsziele: 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.											
1/2/3	WiSe o. SoSe, unreg.	1	WP	Ma-M- VMMOA/DSAI- NSO	Empfohlen: Kenntnisse in Linearer Algebra und Analysis	Non-smooth optimization		Übungs- abschluss	mündlich	ja	6
						Non-smooth optimization	VL	2			
						Non-smooth optimization	Ü	1			
Qualifikationsziele: Die Studierenden erwerben Grundkenntnisse in der mathematischen Analysis und zu numerischen Verfahren in der konvexen nicht-glatten Optimierung erworben. Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • sind in der Lage Grundbegriffe der konvexen Analysis wiederzugeben und auf einfache Probleme anzuwenden. • kennen Lösungsverfahren für konvexe nicht-glatte Optimierungsprobleme und können die Vor- und Nachteile der Verfahren einordnen. • kennen die Techniken zur mathematischen Konvergenzanalyse dieser Verfahren und können diese reproduzieren. 											
1/3	WiSe o. SoSe, unreg.	1	WP	Ma-M- VMS/DSAI-HDS1	keine	High-dimensional statistics I		keine	mündlich	ja	8
						High-dimensional statistics I	VL	2			
						High-dimensional statistics I	Ü	2			
Qualifikationsziele: 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.											
1/2/3	WiSe o. SoSe, unreg.	1	WP	Ma-M- VMS/DSAI-VMS	Empfohlen: Kenntnisse im Umfang der Bachelormodule Analysis, Mathematische Stochastik, Mathematische Statistik, Maßtheoretische Konzepte der Stochastik	Vertiefung Mathematische Statistik		Übungs- abschluss	mündlich	ja	4
						Vertiefung Mathematische Statistik	VL	2			
						Vertiefung Mathematische Statistik	Ü	1			
Qualifikationsziele: 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.											
1/2/3	WiSe o. SoSe, unreg.	1	WP	Ma-M-WR/DSAI- MoL	Verbindlich: Gute Kenntnisse in Analysis und linearer Algebra — Empfohlen: Grundkenntnisse in Numerik, Optimierung und Stochastik	Mathematics of Learning		Übungs- abschluss	mündlich	ja	6
						Mathematics of Learning	VL	2			
						Mathematics of Learning	Ü	1			
Qualifikationsziele: Die Studierenden verfügen über grundlegende theoretische Erkenntnisse zu Lernmethoden in Data Science und können die vermittelten Lernmethoden im Data Science Kontext anwenden.											
2	SoSe	1	WP	Ma-M- MSAT/DSAI- HDS2	keine	High-dimensional statistics II		keine	mündlich	ja	8
						High-dimensional statistics II	VL	2			
						High-dimensional statistics II	Ü	2			
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.											

2	SoSe, unreg.	1	WP	Ma-M-WR/DSAI- MML	Verbindlich: Solide Grundkenntnisse der Mathematik, insbesondere Analysis und Lineare Algebra – Empfohlen: Kenntnisse der Mathematischen Stochastik und Numerischen Mathematik	Mathematical Machine Learning	Aktive Mitarbeit	Projektarbeit im Team (50%) und mündliche Prüfung (50%)	ja	6
						Mathematical Machine Learning	VL	2		
						Mathematical Machine Learning	Proj	1		
Qualifikationsziele: Die Studierenden verstehen grundlegende Prinzipien, Techniken und Algorithmen des Maschinellen Lernens. Sie können sicher mit wichtigen Begriffen und fundamentalen Resultaten umgehen und Basiskonzepte auf ausgewählte Anwendungen anwenden.										
Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Physik Sie können Module nach Angebot wählen, wobei in den Domänen und im freien Wahlbereich insgesamt mindestens 24 LP belegt werden müssen, darunter aus mindestens zwei verschiedenen Domänen jeweils mindestens 6 LP. Bis zu 6 LP können im freien Wahlbereich belegt werden. In <i>Domain Knowledge in Data Science and Artificial Intelligence: Physics</i> bestehen diese Angebote: PHY-DAPA, PHY-MV-BP-E07, PHY-MV-LP-T14										
1/3	WiSe	1	-	PHY-DAPA	Empfohlen: Grundkenntnisse Python, Grundkenntnisse maschinelles Lernen und Data Science	Modern data challenges and algorithms in particle physics and astronomy	keine	Übungsabschluss	nein	5
						Modern data challenges and algorithms in particle physics and astronomy	VL	2		
						Modern data challenges and algorithms in particle physics and astronomy	Ü	2		
Qualifikationsziele: Die Studierenden haben Verständnis von aktuellen Fragestellungen in der physikalischen Forschung und dem Einsatz von KI-Methoden zu deren Lösung.										
2	SoSe	1	-	PHY-MV-BP-E07	keine	Artificial Intelligence for Biomedical Imaging	keine	Referat und schriftliche Ausarbeitung mit einer Gesamtnote (100%)	ja	3
						Artificial Intelligence for Biomedical Imaging	Sem	2		
Qualifikationsziele: Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> haben einen Überblick über aktuelle Techniken und Methoden des maschinellen Lernens (insbesondere Deep Learning) und der Künstlichen Intelligenz (KI). besitzen vertiefte Kenntnisse und Einblicke in aktuelle Anwendungsgebiete der KI im Bereich der medizinischen und biomedizinischen Bildgebung und Analyse. 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.										
2	SoSe	1	-	PHY-MV-LP-T14	Verbindlich: Quantenmechanik – Empfohlen: Grundlagen der Quantenoptik	Quantum Metrology and Quantum Sensing	keine	Klausur oder mündliche Prüfung	ja	5
						Quantum Metrology and Quantum Sensing	VL	2		
						Quantum Metrology and Quantum Sensing	Ü	2		
Qualifikationsziele: 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.										

Erläuterung

Die Voraussetzungen für die Teilnahme an einem Modul unterteilen sich in:

- Verbindliche Voraussetzungen – andere Module, die vor Modul-Beginn erfolgreich absolviert sein müssen, d.h., deren Prüfung bestanden wurde
- Empfohlene Voraussetzungen – vorausgesetzte Inhalte, die vor einer Teilnahme jedoch nicht durch Modulabschluss nachgewiesen werden müssen

Legende

Prak = Praktikum

Proj = Projekt

Sem = (integriertes) Seminar

Ü = Übung / Int.Ü = integrierte Übung

VL = Vorlesung

WiSe = Wintersemester

SoSe = Sommersemester

MIN-PO = Prüfungsordnung M.Sc. der MIN-Fakultät der Universität Hamburg

FSB = Fachspezifische Bestimmungen M.Sc. Data Science and Artificial Intelligence

i.d.R. mündlich, abweichend Klausur* = Prüfungsart wird vor der Anmeldung zum Modul bekannt gegeben

i.d.R. Klausur, abweichend mündlich* = Prüfungsart wird vor der Anmeldung zum Modul bekannt gegeben

Referat (ggf. mit schriftlicher Ausarbeitung) o. Hausarbeit o. mündlich* = Prüfungsart wird vor der Anmeldung zum Modul bekannt gegeben