

# Modulhandbuch

für den Studiengang

Bachelor of Science Data Science

(Prüfungsordnungsversion: 20221)

für das Sommersemester 2024

# Inhaltsverzeichnis

Bachelorseminar (B.Sc. Data Science 20221) (1997).....	5
Konzeptionelle Modellierung und Grundlagen von Datenbanken (93108).....	6
Informationsvisualisierung (299892).....	8
Mathematik für Data Science 1 (65711).....	11
Mathematik für Data Science 2 (65712).....	13
Algorithmen und Datenstrukturen für MT - Übung (93054).....	15
Algorithmen und Datenstrukturen für MT - Vorlesung (93055).....	17
Aufbaumodule Mathematik	
Stochastische Modellbildung (65062).....	20
Lineare und Kombinatorische Optimierung (65161).....	22
Einführung in die Numerik (65210).....	24
Aufbaumodule Informatik	
Knowledge Discovery in Databases mit Übung (43961).....	27
Parallele und Funktionale Programmierung (93040).....	30
Grundlagen der Logik in der Informatik (93072).....	32
Kernmodule Data Science	
Seminar Data Science in Forschung und Industrie (65715).....	35
Einführung in die mathematische Datenanalyse (65716).....	36
Wahlpflichtmodul Machine Learning.....	
Introduction to Machine Learning (65718).....	38
Machine Learning for Engineers I - Introduction to Methods and Tools (95067).....	41
Wahlpflichtmodul Projekt Data Sciences.....	
Projektseminar Optimierung (65166).....	43
Mathematische Modellierung Praxis (65255).....	45
Advanced Design and Programming (5-ECTS) (97008).....	47
SWAT-Intensivübung (669768).....	49
Introduction to Machine Learning (65718).....	38
Machine Learning for Engineers I - Introduction to Methods and Tools (95067).....	41
Projektseminar Optimierung (65166).....	43
Mathematische Modellierung Praxis (65255).....	45
Advanced Design and Programming (5-ECTS) (97008).....	47
SWAT-Intensivübung (669768).....	49
Wahlpflichtbereich Mathematik	
Introduction to Statistics and Statistical Programming (48071).....	52
Stochastische Modellbildung (65062).....	54
Lineare und nichtlineare Systeme (65072).....	56
Lineare und Kombinatorische Optimierung (65161).....	58
Einführung in die Numerik (65210).....	60
Diskretisierung und numerische Optimierung (65231).....	62
Wahlpflichtbereich Informatik	
Knowledge Discovery in Databases mit Übung (43961).....	65
Algorithmik kontinuierlicher Systeme (93000).....	68
Berechenbarkeit und Formale Sprachen (93010).....	70
Parallele und Funktionale Programmierung (93040).....	72
Grundlagen der Logik in der Informatik (93072).....	74
Deep Learning for Beginners (93330).....	76
Mathematische statistische Datenanalyse (MSD)	
Mathematische Grundlagen zu Künstliche Intelligenz, Neuronale Netze und Data Analytics I (65133).....	79

Mathematische Grundlagen zu Künstliche Intelligenz, Neuronale Netze und Data Analytics II (65723).....	81
Einführung in Stochastische Prozesse (65873).....	82
Datenorientierte Optimierung (DO)	
Nichtlineare Optimierung (65150).....	84
Robuste Optimierung 1 (65720).....	86
Numerical Aspects of Linear and Integer Programming (407487).....	88
Mathematische Theorie / Grundlagen des Data Science (MTG)	
Topologie (65080).....	90
Partielle Differentialgleichungen I (65123).....	91
Gewöhnliche Differentialgleichungen (65100).....	92
Algebra (65311).....	94
Datenbanken und Wissensrepräsentation (DW)	
Knowledge Discovery in Databases mit Übung (43961).....	97
Künstliche Intelligenz II (532733).....	100
Beschreibungslogik und formale Ontologien (806144).....	102
Künstliche Intelligenz I (894856).....	104
Modallogik (984981).....	106
Enterprise Application Development und Evolutionäre Informationssysteme (47576).....	108
Maschinelles Lernen / Artificial Intelligence (AI)	
Pattern Recognition (44130).....	112
Machine Learning for Engineers I - Introduction to Methods and Tools (95067).....	115
Künstliche Intelligenz II (532733).....	117
Künstliche Intelligenz I (894856).....	119
Simulation und Numerik (SN)	
Mathematische Modellierung Theorie (65254).....	122
Mathematische Modellierung Praxis (65255).....	124
Simulation und Modellierung I (97090).....	126
Modellierung, Optimierung und Simulation von Energiesystemen (858896).....	129
Simulation und Wissenschaftliches Rechnen (981660).....	131
Diskretisierung und numerische Optimierung (65231).....	133
Geometrische numerische Integration (97277).....	135
Differentialgleichungsmodelle (65790).....	137
Nicht gewählte Vertiefungsrichtungen	
Knowledge Discovery in Databases mit Übung (43961).....	140
Pattern Recognition (44130).....	143
Topologie (65080).....	146
Gewöhnliche Differentialgleichungen (65100).....	147
Partielle Differentialgleichungen I (65123).....	149
Mathematische Grundlagen zu Künstliche Intelligenz, Neuronale Netze und Data Analytics I (65133).....	150
Nichtlineare Optimierung (65150).....	152
Mathematische Modellierung Theorie (65254).....	154
Mathematische Modellierung Praxis (65255).....	156
Algebra (65311).....	158
Robuste Optimierung 1 (65720).....	160
Mathematische Grundlagen zu Künstliche Intelligenz, Neuronale Netze und Data Analytics II (65723).....	162
Machine Learning for Engineers I - Introduction to Methods and Tools (95067).....	163
Simulation und Modellierung I (97090).....	165
Numerical Aspects of Linear and Integer Programming (407487).....	168
Künstliche Intelligenz II (532733).....	169

Beschreibungslogik und formale Ontologien (806144).....	171
Modellierung, Optimierung und Simulation von Energiesystemen (858896).....	173
Künstliche Intelligenz I (894856).....	175
Simulation und Wissenschaftliches Rechnen (981660).....	177
Modallogik (984981).....	179
Enterprise Application Development und Evolutionäre Informationssysteme (47576).....	181
Chemie	
Theoretische Chemie 3 (62038).....	185
Theoretische Chemie 2 (62059).....	187
Digital Humanities	
Einführung in die Digitalen Geistes- und Sozialwissenschaften (77881).....	190
DH-Modul 1: Schwerpunkt Sprache und Text (77891).....	192
DH-Modul 3: Schwerpunkt Bild und Medien (77893).....	194
Geowissenschaften	
Kompetenzseminar zum Klimawandel: Grundlagen- u. Kompetenzen zu Nachhaltigkeits Herausforderungen (64930).....	197
Medical Data Science	
Grundlagen der Anatomie und Physiologie (22801).....	200
Seminar und Praktikum Biosignalverarbeitung (96835).....	202
Computational Medicine I (96838).....	205
Systems Immunology and Infectiology (47582).....	208
Seminar Quantifying lymphocyte dynamics (47581).....	210
Physik	
Experimentalphysik 1 + 2: Mechanik, Wärmelehre und Elektrodynamik (66061).....	213
Astronomie (66082).....	217
Quantum Computing (67156).....	219
Wirtschaftsinformatik	
Business Process Management (83467).....	222
Implementing innovation (83466).....	224
Artificial intelligence in biomedical engineering (AIBE)	
Biomedizinische Signalanalyse (23070).....	227
Computational Neurotechnology / Numerische Neurotechnologie (44200).....	231
Cognitive Neuroscience for AI Developers (44445).....	233
Bewegungsanalyse und biomechanische Grenzgebiete (47666).....	235
Network medicine (47673).....	237
AI in medical robotics (93101).....	238
Medizintechnik II (Bildgebende Verfahren) (95811).....	240
Human Computer Interaction (645618).....	242
Seminar Machine Learning and Data Analytics for Industry 4.0 (903776).....	245
Interfacing the Neuromuscular system: Applications for Human/Machine Interfaces and Neurophysiology (44157).....	247

1	<b>Modulbezeichnung</b> 1997	<b>Bachelorseminar (B.Sc. Data Science 20221)</b> Bachelor's seminar	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Bachelorarbeit mit Seminar (0.0 SWS) Seminar: Bachelorarbeit mit Seminar (0.0 SWS) Hauptseminar: Bachelorseminar "Diskrete Optimierung" (2.0 SWS) Hauptseminar: Bachelorseminar "Numerische Lösungen für Eigenwertprobleme" Sonstige Lehrveranstaltung: Grundlagen kollektiver Entscheidung Seminar: Unendlichdimensionale Optimierung	- - 5 ECTS - - -
3	Lehrende	Prof. Dr. Hendrik Scholz Prof. Dr. Jan Rolfes Dr. Lukas Pflug Prof. Dr. Alexander Keimer	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
5	<b>Inhalt</b>	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Pflichtmodul Bachelor of Science Data Science 20221
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (0%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	<b>Dauer des Moduls</b>	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93108	<b>Konzeptionelle Modellierung und Grundlagen von Datenbanken</b> Introduction to databases	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Einführung in Datenbanken - PG3: Di 12 (3.0 SWS) Vorlesung: Einführung in Datenbanken (3.0 SWS)	2,5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	David Haller Demian Vöhringer Leonie Färber Alexander Seifert Tobias Bittner Ferdinand Eckl Felix Hanika Jari Nestel	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Richard Lenz	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Ziel des Moduls ist die Vermittlung von Kenntnissen zur systematischen und bedarfsorientierten Erstellung konzeptioneller Datenbankschemata sowie die relationale Datenbanksprache SQL. Darüber hinaus werden Grundkenntnisse zur Funktionsweise und zur Implementierung von Datenbankmanagementsystemen vermittelt, im Einzelnen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundbegriffe von Datenbanken</li> <li>• Entity-Relationship Modell und erweitertes E/R-Modell</li> <li>• UML Klassendiagramme</li> <li>• Das Relationale Datenmodell</li> <li>• Systematische Abbildung von ER-Diagrammen auf Relationale Datenbankschemata</li> <li>• Normalisierung</li> <li>• Relationale Algebra</li> <li>• SQL</li> <li>• Multidimensionale Modellierung und Data Warehousing</li> <li>• Schichtenmodell zur Implementierung von Datenbanksystemen</li> <li>• Pufferverwaltung</li> <li>• Indexstrukturen (B-Bäume, B+-Bäume)</li> <li>• Anfrageverarbeitung</li> <li>• Transaktionen</li> <li>• Synchronisation</li> <li>• Recovery</li> <li>• Andere Datenmodelle, No-SQL Systeme</li> <li>• Ontologien, Semantic Web, RDF, SPARQL</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Können die zentralen Begriffe aus der Datenbankfachliteratur definieren</li> <li>• Erstellen ER-Diagramme und erweiterte ER Diagramme</li> <li>• Können ER-Diagramme systematisch in geeignete relationale Datenbankschemata überführen</li> <li>• Definieren die Normalformen 1NF, 2NF, 3NF, BCNF und 4NF</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Können ein nicht normalisiertes Relationenschema in 3NF überführen</li> <li>• Erstellen Anfragen auf der Basis der Relationalen Algebra</li> <li>• Erstellen Datenbankschemata mit Hilfe der SQL DDL</li> <li>• Erstellen Datenbankanfragen mit SQL</li> <li>• Erstellen multidimensionale ER-Diagramme und bilden diese auf Star- oder Snowflake-Schemata ab</li> <li>• Erklären die Funktionsweise von Datenbankpuffern</li> <li>• Erklären die Funktionsweise von Indexstrukturen</li> <li>• Erklären die Grundlagen der Anfrageoptimierung</li> <li>• Erläutern und bewerten die Funktionsweise verschiedener Join-Algorithmen</li> <li>• Erklären die ACID Eigenschaften von Transaktionen</li> <li>• Erklären die Funktionsweise des Zwei-Phasen-Freigabe-Protokolls</li> <li>• Erläutern die Funktionsweise des Zwei-Phasen-Sperr-Protokolls</li> <li>• Vergleichen die verschiedenen Klassen von Wiederherstellungs-Algorithmen</li> <li>• Erläutern die grundlegende Funktionsweise der Protokoll-basierten Wiederherstellung</li> <li>• Beschreiben und vergleichen verschiedene Datenmodelle</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Pflichtmodul Bachelor of Science Data Science 20221
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 299892	<b>Informationsvisualisierung</b> Information visualization	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Informationsvisualisierung (2.0 SWS) Übung: Übung zur Informationsvisualisierung (2.0 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Roberto Grosso	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Roberto Grosso	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Aufgrund der rasanten Entwicklung der Informationstechnologie sind wir mit einer noch nie dagewesenen Flut an Daten konfrontiert. Informationsvisualisierung befasst sich mit der graphischen Darstellung abstrakter Daten, die keine räumliche Struktur aufweisen. Die Visualisierung abstrakter Daten nutzt visuelle Metaphern und Interaktion, um Information aus den Daten zu extrahieren. Typische Anwendungsszenarien sind die Analyse von Finanztransaktionen oder sozialen Netzwerken, Geographie, Textanalyse oder Visualisierung von Software-Quellcode.</p> <p>In dieser Vorlesung werden unterschiedliche Techniken vorgestellt, um verschieden Arten von Daten zu visualisieren.</p> <p>Insbesondere werden folgende Themen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Graphen und Netzwerke</li> <li>• Dynamische Graphen</li> <li>• Hierarchien und Bäume</li> <li>• Multivariate Daten</li> <li>• Time-Series Daten</li> <li>• Textvisualisierung</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <p>Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zählen Datentypen der Informationsvisualisierung auf</li> <li>• nennen Techniken zur Visualisierung unterschiedlicher Datentypen der Informationsvisualisierung</li> <li>• beschreiben Anwendungsfällen für die unterschiedlichen Datentypen der Informationsvisualisierung</li> </ul> <p>Verstehen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen Algorithmen der Informationsvisualisierung dar und erläutern ihre Eigenschaften, Vorteile und Nachteile</li> <li>• illustrieren Techniken zu Auswertung und Analyse von Daten der Informationsvisualisierung</li> <li>• implementieren die vorgestellten Algorithmen in JavaScript</li> </ul> <p>Anwenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wenden Algorithmen zur Visualisierung unterschiedlichen Daten an</li> <li>• erklären und charakterisieren Techniken der Informationsvisualisierung</li> <li>•</li> </ul> <p>Analysieren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• klassifizieren Algorithmen zur Visualisierung multivariater Daten, Netzwerke, Hierarchien und Text und erklären ihrer Funktionsweise</li> </ul>	



		<ul style="list-style-type: none"> <li>erkunden die Effizienz der vorgestellten Algorithmen für unterschiedlichen Anwendungsmöglichkeiten</li> </ul> <p>Evaluieren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>bewerten Anwendbarkeit und Performance spezieller Algorithmen der Informationsvisualisierung</li> <li>vergleichen Methoden zur Analyse und Auswertung von Daten der Informationsvisualisierung</li> <li>überprüfen die Anwendbarkeit der diskutierten Techniken für unterschiedliche, speziell ausgewählten Fälle</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Die Programmieraufgaben werden in JavaScript implementiert.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Aufbaumodule Informatik Bachelor of Science Data Science 20202 Wahlpflichtbereich Informatik Bachelor of Science Data Science 20202 Pflichtmodul Bachelor of Science Data Science 20221
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	elektronische Prüfung mit MultipleChoice (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	elektronische Prüfung mit MultipleChoice (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Information Visualization</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Robert Spence: Information Visualization: Design for Interaction</li> <li>Stuart K. Card, Jock Mackinlay, Ben Shneiderman: Readings in Information Visualization – Using Vision to Think</li> <li>Benjamin B. Bederson, Ben Shneiderman: The Craft of Information Visualization – Readings and Reflections</li> <li>Tamara Munzner: Visualization Analysis and Design</li> <li>Colin Ware: Information Visualization, Perception for Design (third edition)</li> <li>Ricardo Mazza: Introduction to Information Visualization</li> <li>Robert Spence: Information Visualization - An Introduction</li> </ul> <p>Networks / Graphs</p> <ul style="list-style-type: none"> <li> <ul style="list-style-type: none"> <li>Graph Theory, Reinhard Diestel</li> <li>Graphentheorie, Peter Tittmann</li> <li>Graphs, Networks and Algorithms, Dieter Jungnickel</li> </ul> </li> </ul>

- Networks, 2nd Edition, Mark Newman
- Graph Theory and Complex Networks: An Introduction, Maarten van Steen

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65711	<b>Mathematik für Data Science 1</b> Mathematics for data science 1	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Analysis I:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Naive Mengenlehre und Logik</li> <li>• Grundeigenschaften der natürlichen, rationalen und reellen Zahlen: Vollständige Induktion, Körper- und Anordnungsaxiome, Vollständigkeit, untere / obere Grenzen, Dichtheit von <math>\mathbb{Q}</math> in <math>\mathbb{R}</math>, abzählbare und überabzählbare Mengen</li> <li>• Komplexe Zahlen: Rechenregeln und ihre geometrische Interpretation, quadratische Gleichungen</li> <li>• Konvergenz, Cauchy-Folgen, Vollständigkeit</li> <li>• Zahlenfolgen und Reihen: Konvergenzkriterien und Rechenregeln, absolute Konvergenz, Potenzreihen, unendliche Produkte</li> <li>• Elementare Funktionen, rationale Funktionen, Potenzen mit reellen Exponenten, Exponentialfunktion, Hyperbelfunktionen, trigonometrische Funktionen, Monotonie und Umkehrfunktion, Logarithmus</li> <li>• Stetige reellwertige Funktionen: Zwischenwertsatz, Existenz von Minimum und Maximum auf kompakten Mengen, stetige Bilder von Intervallen und Umkehrbarkeit, gleichmäßige Stetigkeit, gleichmäßige Konvergenz</li> <li>• Differential- und Integralrechnung in einer reellen Veränderlichen: Rechenregeln für Differentiation, Mittelwertsatz der Differentialrechnung, Taylorformel, Extremwerte und Kurvendiskussion, Definition des Integrals und Rechenregeln, gliedweise Differentiation, Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung, Mittelwertsatz der Integralrechnung</li> </ul> <p>Lineare Algebra I:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lineare Gleichungssysteme</li> <li>• Vektorräume</li> <li>• Euklidische Vektorräume (Orthonormalisierung, Orthogonalprojektion)</li> <li>• Lineare Abbildungen</li> <li>• Gruppen und Körper</li> <li>• Lineare Abbildungen, Matrizen, Gauss-Algorithmus, Determinanten, Eigenwerte und Eigenvektoren,</li> <li>• Diagonalisierung Hauptachsentransformation</li> <li>• Elemente der numerischen linearen Algebra (LR und QR-Zerlegung)</li> </ul>

		Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• definieren und erklären grundlegende Begriffe der Analysis und linearen Algebra;</li> <li>• diskutieren einfache Funktionen;</li> <li>• bewerten Folgen und Reihen;</li> <li>• analysieren lineare Abbildungen und Matrizen;</li> </ul> reproduzieren grundlegende Prinzipien und Techniken.
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Pflichtmodul Bachelor of Science Data Science 20221
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Übungsleistung Klausur (120 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Übungsleistung (0%) Klausur (0%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 180 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O. Forster: Analysis 1</li> <li>• S. Hildebrandt: Analysis I</li> <li>• G. Fischer: Lineare Algebra</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65712	<b>Mathematik für Data Science 2</b> Mathematics for data science 2	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Mathematik für Data Science 2 / Physikstudierende B (2.0 SWS)	2 ECTS
		Vorlesung: Mathematik für Data Science 2 / Physikstudierende B (4.0 SWS)	8 ECTS
		Übung: Tafelübung zu Mathematik für Data Science 2 / Physikstudierende B (2.0 SWS)	-
		Vorlesung: Mathematik für Data Science 2 (deaktiviert)	-
		Übung: Tafelübung zu Mathematik für Data Science 2	-
3	Lehrende	Prof. Dr. Hermann Schulz-Baldes	-

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Der Kurs beinhaltet:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenwerte</li> <li>• Euklidische Vektorräume (Orthonormalisierung, Orthogonalprojektion).</li> <li>• Diskrete Fouriertransformation als Beispiel für Orthogonalbasis, Hinführung auf Fourier-Reihen</li> <li>• Normierte Räume, stetige Abbildungen zwischen normierten Räumen, Kompaktheit, Vollständigkeit, Dualraum</li> <li>• Fixpunktsatz von Banach</li> <li>• Satz von Arzela-Ascoli</li> <li>• Bilinearformen, Skalarprodukte</li> <li>• Adjungierte Operatoren</li> <li>• Differentialrechnung in mehreren Veränderlichen: Partielle Ableitung und Jacobi-Matrix, Satz von Schwarz,</li> <li>• Grundlagen Lineare Differentialgleichungen mit konstanten Koeffizienten: Lösung mittels Exponentiation von Matrizen bzw. mit charakteristischem Polynom</li> <li>• Gewöhnliche Differentialgleichungen: Lokale und globale Existenz und Eindeutigkeit der Lösung, Phasenportrait (DGL: insgesamt 2 Wochen)</li> <li>• Extrema, Optimierung mit Nebenbedingungen (kurz, wird im Kernmodul vertieft)</li> <li>• totale Ableitung und Linearisierung, Lipschitz-Stetigkeit und Schrankensatz, Taylorformel</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erweitern ihr Spektrum an Grundbegriffen der Analysis und erklären diese;</li> <li>• wenden das Grundwissen der Analysis an, reproduzieren und vertiefen grundlegende Prinzipien und ordnen diese ein;</li> <li>• wenden Grundtechniken der Analysis an;</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• sammeln und bewerten relevante Informationen und erkennen Zusammenhänge, erkennen lineare und nichtlineare Zusammenhänge und behandeln sie quantitativ und qualitativ;</li> <li>• verwenden und untersuchen quadratische Formen als die einfachsten nicht-linearen Funktionen;</li> <li>• verwenden Dualräume zur Analyse linearer Abbildungen;</li> <li>• erkennen die Querverbindung zur Analysis;</li> <li>• führen exemplarische inner- und außermathematische Anwendungen durch.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: Mathematik für Data Science 1
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Pflichtmodul Bachelor of Science Data Science 20221
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (120 Minuten) Übungsleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%) Übungsleistung (0%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 180 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O. Forster: Analysis 2</li> <li>• G. Fischer: Lineare Algebra</li> <li>• Jorge Nocedal, Stephen J. Wright: Numerical Optimization</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93054	<b>Algorithmen und Datenstrukturen für MT - Übung</b> Algorithms and data structures	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: AuD-MT-TUE (2.0 SWS) Übung: AuD-MT-RUE (2.0 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Jasmin Riegel Constantin Jehn	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Björn Eskofier Prof. Dr. Tobias Reichenbach	
5	<b>Inhalt</b>	Die Tafel- und Rechnerübungen zu AuD-MT richten sich an Studierende des Studiengangs Medizintechnik und zählen dort zu den Grundlagenvorlesungen im Bereich Informatik. Neben einer Einführung in die (objektorientierte) Programmierung in Java werden verschiedene Datenstrukturen wie verkettete Listen, Bäume und Graphen behandelt. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf dem Entwurf von Algorithmen. Dazu zählen Rekursion, Sortierverfahren und Graphalgorithmen, sowie Aufwandsabschätzung von Algorithmen.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• lösen objektorientierte Programmieraufgaben in der Programmiersprache Java</li> <li>• veranschaulichen Programmstrukturen mit Hilfe einer Untermenge der Unified Modelling Language</li> <li>• vergleichen die Aufwände verschiedener Algorithmen hinsichtlich der Laufzeit und des Speicherbedarfs</li> <li>• implementieren grundlegende kombinatorische Algorithmen, insbesondere Such- und Sortierverfahren, binäre Bäume und grundlegende Graphalgorithmen</li> <li>• verstehen und benutzen Rekursion als Bindeglied zwischen mathematischen Problembeschreibungen und programmiertechnischer Umsetzung</li> <li>• übersetzen rekursive Problembeschreibungen in iterative</li> <li>• planen und bearbeiten Programmieraufgaben so, dass sie zeitgerecht fertig gestellt werden</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Pflichtmodul Bachelor of Science Data Science 20221	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Übungsleistung	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Übungsleistung (0%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester	

13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	In der Vorlesung und den Übungen werden zu den einzelnen Kapiteln passende Lehrbücher vorgeschlagen.



1	<b>Modulbezeichnung</b> 93055	<b>Algorithmen und Datenstrukturen für MT - Vorlesung</b> Algorithms and data structures	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Tobias Reichenbach	
5	<b>Inhalt</b>	Die Vorlesung AuD-MT richtet sich an Studierende des Studiengangs Medizintechnik und zählt dort zu den Grundlagenvorlesungen im Bereich Informatik. Neben einer Einführung in die (objektorientierte) Programmierung in Java werden verschiedene Datenstrukturen wie verkettete Listen, Bäume und Graphen behandelt. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf dem Entwurf von Algorithmen. Dazu zählen Rekursion, Sortierverfahren und Graphalgorithmen, sowie Aufwandsabschätzung von Algorithmen.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• lösen objektorientierte Programmieraufgaben in der Programmiersprache Java</li> <li>• veranschaulichen Programmstrukturen mit Hilfe einer Untermenge der Unified Modelling Language</li> <li>• vergleichen die Aufwände verschiedener Algorithmen hinsichtlich der Laufzeit und des Speicherbedarfs</li> <li>• implementieren grundlegende kombinatorische Algorithmen, insbesondere Such- und Sortierverfahren, binäre Bäume und grundlegende Graphalgorithmen</li> <li>• verstehen und benutzen Rekursion als Bindeglied zwischen mathematischen Problembeschreibungen und programmiererischer Umsetzung</li> <li>• übersetzen rekursive Problembeschreibungen in iterative</li> <li>• planen und bearbeiten Programmieraufgaben so, dass sie zeitgerecht fertig gestellt werden</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Pflichtmodul Bachelor of Science Data Science 20221	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (60 Minuten) Digitale Fernprüfung, 60 min.	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	

13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	In der Vorlesung werden zu den einzelnen Kapiteln passende Lehrbücher vorgeschlagen.

# Aufbaumodule Mathematik

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65062	<b>Stochastische Modellbildung</b> Stochastic modelling	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Torben Krüger apl. Prof. Dr. Christophorus Richard	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskrete Wahrscheinlichkeitsräume und Kombinatorik (Urnenmodelle, Binominalverteilung)</li> <li>• Multinomialverteilung, geometrische Verteilung, hypergeometrische Verteilung</li> <li>• Produktexperimente (Unabhängigkeit und bedingte Wahrscheinlichkeit)</li> <li>• Zufallsvariable (Unabhängigkeit, Erwartungswert, Varianz, Kovarianz, Korrelation)</li> <li>• Schwaches und starkes Gesetz der großen Zahlen für unabhängige Sequenzen</li> <li>• Allgemeine Modelle, Wahrscheinlichkeitsmasse mit Dichten</li> <li>• Normalapproximation und Poissonapproximation der Binominalverteilung mit Anwendungen</li> <li>• Allgemeine Formulierung des starken Gesetzes der großen Zahlen u. Zentralen Grenzwertsatzes ohne Beweis</li> <li>• Verzweigungsprozesse und erzeugende Funktionen</li> <li>• der Poissonprozess</li> <li>• Markowketten</li> <li>• Grundbegriffe der Schätztheorie (Maximum-Likelihood, Konsistenz, Konfidenzintervalle, Fragen der Optimalität)</li> <li>• Testtheorie (Grundlegende Ideen und Beispiele)</li> <li>• Der t-Test, Chi-Quadrat-Test auf Unabhängigkeit und Identität</li> <li>• Regressionsanalyse</li> </ul> <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• setzen sich mit Modellierungsfragen für statistische Modelle und elementare Prozesse, die in Naturwissenschaften, Wirtschaftswissenschaften und Technik auftreten auseinander und nennen und erklären die entsprechenden Methoden;</li> <li>• führen Modellanalyse mit kombinatorischen und expliziten analytischen Methoden selbständig durch;</li> <li>• verwenden die grundlegenden Begriffe und Konzepte sicher und setzen sie zur Lösung konkreter Probleme ein;</li> <li>• sammeln und bewerten relevante Informationen und stellen Zusammenhänge her;</li> <li>• klassifizieren und lösen selbständig Probleme analytisch.</li> </ul>	

7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analysis I und II</li> <li>• Lineare Algebra I und II</li> </ul>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Aufbaumodule Mathematik Bachelor of Science Data Science 20221 Wahlpflichtbereich Mathematik Bachelor of Science Data Science 20221
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Übungsleistung Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Übungsleistung (0%) Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 105 h Eigenstudium: 195 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• U. Krengel: Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik; 8. Auflage, 2005</li> <li>• Hans-Otto Georgii: Stochastik; 3. Auflage, 2007</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65161	<b>Lineare und Kombinatorische Optimierung</b> Linear and combinatorial optimisation	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Dieter Weninger	
5	<b>Inhalt</b>	Schwerpunkt dieser Vorlesung ist die Theorie und Lösung kombinatorischer und in diesem Kontext linearer Optimierungsprobleme. Wir behandeln klassische Probleme auf Graphen, wie das Kürzeste-Wege-Problem, das Aufspannende-Baum-Problem oder das Max-Flow-Min-Cut-Theorem. Zur Vorlesung gehören auch die Dualität der linearen Optimierung und das Simplexverfahren. Gegenstand der Vorlesung ist zudem die Analyse von Algorithmen und die Vermittlung algorithmischer Grundprinzipien. Neben der vierstündigen Vorlesung werden zweistündige Übungen angeboten. Anhand von Präsenz- und Hausaufgaben werden wesentliche Lerninhalte geübt. Zusätzlich werden Softwareübungen angeboten.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• erkennen und analysieren selbstständig kombinatorische Optimierungsprobleme;</li> <li>• erläutern algorithmische Grundprinzipien und wenden diese zielorientiert an;</li> <li>• klassifizieren komplexe Verfahren des Lerngebietes;</li> <li>• sammeln und bewerten relevante Informationen und stellen Zusammenhänge her</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: Lineare Algebra	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Aufbaumodule Mathematik Bachelor of Science Data Science 20221 Wahlpflichtbereich Mathematik Bachelor of Science Data Science 20221	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	

16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vorlesungsskript zu diesem Modul</li><li>• Schrijver: Combinatorial Optimization Vol. A C; Springer, 2003</li><li>• Korte, J. Vygen: Combinatorial Optimization; Springer, 2005</li></ul>
----	--------------------------	---

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65210	<b>Einführung in die Numerik</b> Introduction to numerics	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Eberhard Bänsch	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Direkte Eliminationsverfahren für lineare Gleichungssysteme [Gauß mit Pivotsuche (Erinnerung), Cholesky, LR-Zerlegung für vollbesetzte (Erinnerung) Bandmatrizen]</li> <li>• Linear stationäre iterative Verfahren: Erinnerung und SOR-Verfahren</li> <li>• Verfahren für Eigenwertaufgaben (QR-Verfahren)</li> <li>• Fehleranalyse und Störungsrechnung (Gleitpunktarithmetik, Konditionsanalyse, schlechtgestellte Probleme)</li> <li>• Lineare Ausgleichsrechnung (Orthogonalisierungsverfahren, Numerik der Pseudoinverse)</li> <li>• Iterative Verfahren für nicht-lineare Gleichungssysteme (Fixpunktiteration, Newton-Verfahren, Gauß-Newton)</li> <li>• Interpolation (Polynome, Polynomialsplines, FFT)</li> <li>• Numerische Integration (Newton-Cotes, Gauß, Extrapolation, Adaption)</li> </ul> <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verwenden algorithmische Zugänge für Probleme der linearen Algebra und Analysis und erklären und bewerten diese;</li> <li>• urteilen insbesondere über die Stabilität und Effizienz eines numerischen Verfahrens;</li> <li>• setzen mit eigener oder gegebener Software Verfahren um und bewerten deren Ergebnisse kritisch;</li> <li>• erläutern und verwenden ein breites Problem- und Verfahrensspektrum: (Direkte und) iterative Verfahren für lineare Gleichungssysteme, nicht-lineare Gleichungssysteme, insbesondere Newton-Verfahren, (nicht)lineare Ausgleichsrechnung, Interpolation und Integration, Numerik von Eigenwertaufgaben;</li> <li>• sammeln und bewerten relevante Informationen und erkennen Zusammenhänge</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>empfohlen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Module zur Analysis und Linearen Algebra</li> <li>• Kenntnisse in MATLAB sind zwingend. Diese können in einem jeweils vor Semesterbeginn stattfindenden Kurs erworben werden.</li> </ul>	



8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Aufbaumodule Mathematik Bachelor of Science Data Science 20221 Wahlpflichtbereich Mathematik Bachelor of Science Data Science 20221
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Übungsleistung Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Übungsleistung (0%) Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 105 h Eigenstudium: 195 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• R. Schaback und H. Wendland: Numerische Mathematik; Springer, Berlin, 2005</li> <li>• A. Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri: Numerische Mathematik I, II; Springer, Berlin, 2002</li> <li>• P. Deuffhard und A. Hohmann: Numerische Mathematik I; de Gruyter, Berlin 2002</li> <li>• J. Stoer: Numerische Mathematik I; Springer, Berlin, 2005</li> <li>• J. Stoer und R. Bulirsch: Numerische Mathematik I; Springer, Berlin, 2005</li> <li>• Vorlesungsskript auf der Homepage des Bereichs Modellierung, Simulation und Optimierung des Departments Mathematik, ständig neu an die Vorlesung angepasst</li> </ul>

# Aufbaumodule Informatik

1	<b>Modulbezeichnung</b> 43961	<b>Knowledge Discovery in Databases mit Übung</b> Knowledge discovery in databases with tutorial	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Knowledge Discovery in Databases (2.0 SWS) Übung: UeKDD (2.0 SWS)	- -
3	Lehrende	Dominik Probst Lucas Weber Anugya Sahu Karan Mahesh Pahlajani	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Richard Lenz	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Theoretical knowledge on:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Why data mining?</li> <li>• What is data mining?</li> <li>• A multi-dimensional view of data mining</li> <li>• What kinds of data can be mined?</li> <li>• What kinds of patterns can be mined?</li> <li>• What technologies are used?</li> <li>• What kinds of applications are targeted?</li> <li>• Major issues in data mining</li> <li>• A brief history of data mining</li> </ul> <p>Practical exercises on:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to Pandas &amp; scikit-learn</li> <li>• Data analysis &amp; data preprocessing</li> <li>• Frequent Pattern</li> <li>• Classification</li> <li>• Clustering</li> <li>• Outlier</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen den typischen KDD-Prozess;</li> <li>• kennen Verfahren zur Vorbereitung von Daten für das Data Mining;</li> <li>• definieren Distanz- oder Ähnlichkeits-Funktionen auf einem speziellen Datenbestand;</li> <li>• überprüfen Attribute eines Datensatzes auf ihre Bedeutung für die Analyse hin und transformieren ggf. Attributwerte geeignet;</li> <li>• wissen, wie ein typisches Data Warehouse aufgebaut ist;</li> <li>• kennen die Definition von Distanz- bzw. Ähnlichkeitsfunktionen für die verschiedenen Typen von Attributen;</li> <li>• sind vertraut mit dem Prinzip des Apriori-Algorithmus zur Bestimmung von Mengen häufiger Elemente (frequent itemsets);</li> <li>• kennen den FP-Growth-Algorithmus zum schnellen Auffinden von Mengen häufiger Elemente;</li> <li>• geben die Definitionen von Support und Confidence für Assoziationsregeln wieder;</li> <li>• beschreiben die Ermittlung von Assoziationsregeln auf der Basis von Mengen häufiger Elemente;</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• sind in der Lage, die Vorgehensweise bei Klassifikationsaufgaben darzustellen;</li> <li>• legen dar, wie ein Entscheidungsbaum auf einem Trainingsdatensatz erzeugt wird;</li> <li>• stellen das Prinzip der Bayes'schen Klassifikation dar;</li> <li>• zählen verschiedene Clustering-Verfahren auf;</li> <li>• beschreiben den Ablauf von k-Means-Clustering;</li> <li>• kennen die verschiedenen Arten von Ausreißern.</li> <li>• können die verschiedenen Schritte eines KDD Prozesses auch praktisch anwenden.</li> </ul> <p>The students:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• know the typical KDD process;</li> <li>• know procedures for the preparation of data for data mining;</li> <li>• know the definition of distance or similarity functions for the different kinds of attributes;</li> <li>• define distance and similarity functions for a particular dataset;</li> <li>• check attributes of a dataset for their meaning with reference to an analysis and transform attribute values accordingly, if required.</li> <li>• know how a typical data warehouse is structured;</li> <li>• are familiar with the principle of the Apriori algorithm for the identification of frequent itemsets;</li> <li>• know the FP-growth algorithm for a faster identification of frequent itemsets:</li> <li>• present the definitions of support and confidence for association rules;</li> <li>• describe the construction of association rules based on frequent itemsets;</li> <li>• are capable of describing the course of action in classification tasks;</li> <li>• present the construction of a decision tree based on a training dataset;</li> <li>• present the principle of Bayes' classification;</li> <li>• enumerate different clustering procedures;</li> <li>• describe the steps of k-means clustering;</li> <li>• know the different kinds of outliers.</li> <li>• are able to practically apply the various steps of a KDD process.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Aufbaumodule Informatik Bachelor of Science Data Science 20221</p> <p>Datenbanken und Wissensrepräsentation (DW) Bachelor of Science Data Science 20221</p> <p>Nicht gewählte Vertiefungsrichtungen Bachelor of Science Data Science 20221</p> <p>Wahlpflichtbereich Informatik Bachelor of Science Data Science 20221</p>

10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur mit MultipleChoice (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur mit MultipleChoice (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>The lecture is based on the following book:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ A. Géron, Hands-on machine learning with Scikit-Learn and TensorFlow : concepts, tools, and techniques to build intelligent systems, 2nd ed. O'Reilly Media, 2017, ISBN: 978-1491962299</li> <li>◦ H. Du, Data Mining Techniques and Applications: An Introduction. Cengage Learning EMEA, May 2010, p. 336, ISBN: 978-1844808915</li> <li>◦ I. H. Witten, E. Frank, M. A. Hall, et al., Data Mining, Fourth Edition: Practical Machine Learning Tools and Techniques, 4th. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 2016, ISBN: 0128042915</li> </ul> </li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93040	<b>Parallele und Funktionale Programmierung</b> Parallel and functional programming	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Parallele und Funktionale Programmierung (2.0 SWS)	2,5 ECTS
		Vorlesung: Parallele und Funktionale Programmierung (2.0 SWS)	2,5 ECTS
		Übung: Intensivübungen zu Parallele und Funktionale Programmierung (2.0 SWS)	0 ECTS
3	Lehrende	Julian Brandner Dr.-Ing. Norbert Oster Prof. Dr. Michael Philippsen	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr.-Ing. Norbert Oster Prof. Dr. Michael Philippsen	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der funktionale Programmierung</li> <li>• Grundlagen der parallelen Programmierung</li> <li>• Datenstrukturen</li> <li>• Objektorientierung</li> <li>• Scala-Kenntnisse</li> <li>• Erweiterte JAVA-Kenntnisse</li> <li>• Aufwandsabschätzungen</li> <li>• Grundlegende Algorithmen</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• erlernen die Grundlagen der funktionalen Programmierung anhand der Programmiersprache Scala</li> <li>• verstehen paralleles Programmieren mit Java</li> <li>• kennen fundamentale Datenstrukturen und Algorithmen</li> <li>• können funktionale und parallele Algorithmen entwickeln und analysieren</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Pflichtmodul Bachelor of Science Data Science 20202 Aufbaumodule Informatik Bachelor of Science Data Science 20221 Wahlpflichtbereich Informatik Bachelor of Science Data Science 20221	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (60 Minuten)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	

15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93072	<b>Grundlagen der Logik in der Informatik</b> Foundations of logic in informatics	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Lutz Schröder	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Aussagenlogik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Syntax und Semantik</li> <li>• Automatisches Schließen: Resolution</li> <li>• Formale Deduktion: Korrektheit, Vollständigkeit</li> </ul> <p>Prädikatenlogik erster Stufe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Syntax und Semantik</li> <li>• Automatisches Schließen: Unifikation, Resolution</li> <li>• Quantorenelimination</li> <li>• Anwendung automatischer Beweiser</li> <li>• Formale Deduktion: Korrektheit, Vollständigkeit</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erwerb fundierter Kenntnisse zu den Grundlagen und der praktischen Relevanz der Logik mit besonderer Berücksichtigung der Informatik;</li> <li>• Verstehen und Erklären des logischen Schließens;</li> <li>• Einübung in das logische und wissenschaftliche Argumentieren, Aufstellen von Behauptungen und Begründungen;</li> <li>• Kritische Reflexion von Logikkalkülen, insbesondere hinsichtlich Entscheidbarkeit, Komplexität, Korrektheit und Vollständigkeit;</li> <li>• Erstellung und Beurteilung von Problemspezifikationen (Kohärenz, Widerspruchsfreiheit) und ihre Umsetzung in Logikprogramme;</li> <li>• Beherrschung der praktischen Aspekte der Logikprogrammierung.</li> </ul> <p>Fachkompetenz Wissen Die Studierenden geben Definitionen zur Syntax und Semantik der verwendeten Logiken wieder beschreiben grundlegende Deduktionsalgorithmen geben Regeln der verwendeten formalen Deduktionssysteme wieder Verstehen Die Studierenden erläutern das Verhältnis zwischen Syntax, Semantik und Beweistheorie der verwendeten Logiken erklären die Funktionsprinzipien grundlegender Deduktionsalgorithmen erläutern die Funktionsweise automatischer Beweiser</p>	



		<p>erläutern grundlegende Resultate der Metatheorie der verwendeten Logiken und deren Bedeutung</p> <p>Anwenden</p> <p>Die Studierenden wenden Deduktionsalgorithmen auf konkrete Deduktionsprobleme an formalisieren Anwendungsprobleme in logischer Form und verwenden automatische Beweiser zur Erledigung entstehender Beweisziele führen einfache formale Beweise manuell</p> <p>Analysieren</p> <p>Die Studierenden führen einfache metatheoretische Beweise, insbesondere durch syntaktische Induktion</p> <p>Lern- bzw. Methodenkompetenz</p> <p>Die Studierenden beherrschen das grundsätzliche Konzept des Beweises als hauptsächliche Methode des Erkenntnisgewinns in der theoretischen Informatik. Sie überblicken abstrakte Begriffsarchitekturen.</p> <p>Sozialkompetenz</p> <p>Die Studierenden lösen abstrakte Probleme in Gruppenarbeit.</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Aufbaumodule Informatik Bachelor of Science Data Science 20221 Wahlpflichtbereich Informatik Bachelor of Science Data Science 20221
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Schöning, U.: Logik für Informatiker.</p> <p>Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag, 2000</p> <p>Barwise, J., and Etchemendy, J.: Language, Proof and Logic; CSLI, 2000.</p> <p>Huth, M., and Ryan, M.: Logic in Computer Science; Cambridge University Press, 2000.</p>

# Kernmodule Data Science

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65715	<b>Seminar Data Science in Forschung und Industrie</b> Seminar: Data science in research and industry	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Frauke Liers-Bergmann	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendungsperspektiven von Data Science</li> <li>• Überblick über relevante Data Science Industriebranchen und die Berufsaussichten eines Data Scientists</li> <li>• Fragestellungen und Diskussionen mit den derzeit verwendeten Lösungsansätzen im Anwendungskontext von Data Science (mit Expertinnen und Experten aus verschiedenen Bereichen z.B. der Naturwissenschaften, Technikwissenschaften, Geisteswissenschaften, Wirtschaftswissenschaften, etc.)</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen Data Science Anwendungsfelder und die in verschiedenen Kontexten auftretenden Bereiche</li> <li>• Sie kennen die Berufsanforderungen eines Data Scientists und können diese wiedergeben.</li> <li>• Können strukturiert mit Expertinnen und Experten aus verschiedenen Bereichen z.B. der Naturwissenschaften, Technikwissenschaften, Geisteswissenschaften, Wirtschaftswissenschaften diskutieren</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Kernmodule Data Science Bachelor of Science Data Science 20221	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur mit MultipleChoice (90 Minuten)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur mit MultipleChoice (0%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	Wird von den jeweiligen Dozentinnen/Dozenten bekannt gegeben.	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65716	<b>Einführung in die mathematische Datenanalyse</b> Introduction to mathematical data analysis	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Einführung in die mathematische Datenanalyse (1.0 SWS) Vorlesung: Einführung in die mathematische Datenanalyse (2.0 SWS)	-  5 ECTS
3	Lehrende	Sebastian Denzler Prof. Dr. Marie-Christine Düker	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Frauke Liers-Bergmann	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fragestellungen der mathematischen Datenanalyse</li> <li>• Datentypen</li> <li>• Clustering</li> <li>• Lineare Regression</li> <li>• fortgeschrittene Inhalte zu Eigenwerten</li> <li>• Hauptachsentransformation</li> <li>• Singulärwertzerlegung (SVD)</li> <li>• Hauptkomponentenanalyse (PCA)</li> <li>• graphbasierte Daten</li> <li>• grundlegende Graphenalgorithmen (Spanning Trees, Dijkstra, Graph Cut)</li> <li>• analytische und numerische Verfahren (z.B. Gradientenabstieg) zur Lösung von Optimierungsproblemen im Kontext der mathematischen Datenanalyse</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden: <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die grundlegenden Fragestellungen und Methoden der mathematischen Datenanalyse,</li> <li>• können die Rolle der Singulärwertzerlegung im Kontext der Analyse von Daten mittels PCA erklären,</li> <li>• sind in der Lage, Lineare Regression und einfache Clusteringverfahren auf Datensätze anzuwenden,</li> <li>• verstehen graphenbasierte Daten und grundlegende Graphenalgorithmen</li> <li>• lösen einfache, datenbasierte Optimierungsprobleme mittels analytischer oder numerischer Verfahren</li> <li>• sind in der Lage, einfache im Modul behandelte Algorithmen auf Datensätze anzuwenden</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: Mathematik für Data Science 1	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Kernmodule Data Science Bachelor of Science Data Science 20221	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (60 Minuten)	

11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65718	<b>Introduction to Machine Learning</b> Introduction to machine learning	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Introduction to Machine Learning (2.0 SWS) Übung: IntroML-Ex (2.0 SWS) Übung: IntroML-Tut (2.0 SWS)	5 ECTS 1,25 ECTS -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Vincent Christlein Paul Stöwer	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier
5	<b>Inhalt</b>	<p>Das Modul hat zum Ziel, die Studierenden mit dem prinzipiellen Aufbau eines Mustererkennungssystems vertraut zu machen. Es werden die einzelnen Schritte von der Aufnahme der Daten bis hin zur Klassifikation von Mustern erläutert. Das Modul beginnt dabei mit einer kurzen Einführung, bei der auch die verwendete Nomenklatur eingeführt wird. Die Analog-Digital-Wandlung wird vorgestellt, wobei der Schwerpunkt auf deren Auswirkungen auf die weitere Signalanalyse liegt. Im Anschluss werden gebräuchliche Methoden der Vorverarbeitung beschrieben. Ein wesentlicher Bestandteil eines Mustererkennungssystems ist die Merkmalsextraktion. Verschiedene Ansätze zur Merkmalsberechnung/-transformation werden gezeigt, darunter Momente, Hauptkomponentenanalyse und Lineare Diskriminanzanalyse. Darüber hinaus werden Möglichkeiten vorgestellt, Merkmalsrepräsentationen direkt aus den Daten zu lernen. Das Modul schließt mit einer Einführung in die maschinelle Klassifikation. In diesem Kontext wird der Bayes- und der Gauss-Klassifikator besprochen.</p> <p>The module aims to familiarize students with the basic structure of a pattern recognition system. The individual steps from the acquisition of data to the classification of patterns are explained. The module starts with a short introduction, which also introduces the used nomenclature. Analog-to-digital conversion is introduced, with emphasis on its impact on further signal analysis. Common methods of preprocessing are then described. An essential component of a pattern recognition system is feature extraction. Various approaches to feature computation/transformation are demonstrated, including moments, principal component analysis, and linear discriminant analysis. In addition, ways to learn feature representations directly from the data are presented. The module concludes with an introduction to machine classification. In this context, the Bayes and Gauss classifiers are discussed.</p> <p>T</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die Stufen eines allgemeinen Mustererkennungssystems</li> <li>• verstehen Abtastung, das Abtasttheorem und Quantisierung</li> <li>• verstehen und implementieren Histogrammequalisierung und -dehnung</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• vergleichen verschiedene Schwellwertmethoden</li> <li>• verstehen lineare, verschiebungsinvariante Filter und Faltung</li> <li>• wenden verschiedene Tief- und Hochpassfilter sowie nichtlineare Filter an</li> <li>• wenden verschiedene Normierungsmethoden an</li> <li>• verstehen den Fluch der Dimensionalität</li> <li>• erklären verschiedene heuristische Merkmalsberechnungsmethoden, z.B. Projektion auf einen orthogonalen Basisraum, geometrische Momente, Merkmale</li> <li>• basierend auf Filterung</li> <li>• verstehen analytische Merkmalsberechnungsmethoden, z.B. Hauptkomponentenanalyse, Lineare Diskriminanzanalyse</li> <li>• verstehen die Basis von Repräsentationslernen</li> <li>• erläutern die Grundlagen der statistischen Klassifikation (Bayes-Klassifikator)</li> <li>• benutzen die Programmiersprache Python, um die vorgestellten Verfahren der Mustererkennung anzuwenden</li> <li>• lernen praktische Anwendungen kennen und wenden die vorgestellten Algorithmen auf konkrete Probleme an</li> </ul> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• explain the stages of a general pattern recognition system</li> <li>• understand sampling, the sampling theorem, and quantization</li> <li>• understand and implement histogram equalization and expansion</li> <li>• compare different thresholding methods</li> <li>• understand linear, shift invariant filters and convolution</li> <li>• apply various low-pass, high-pass, and nonlinear filters</li> <li>• apply different normalization methods</li> <li>• understand the curse of dimensionality</li> <li>• explain different heuristic feature calculation methods, e.g. projection on an orthogonal base space, geometric moments, features based on filtering</li> <li>• understand analytical feature computation methods, e.g. principal component analysis, linear discriminant analysis</li> <li>• understand the basis of representation learning</li> <li>• explain the basics of statistical classification (Bayes classifier)</li> <li>• use the programming language Python to apply the presented pattern recognition methods</li> <li>• learn practical applications and apply the presented algorithms to concrete problems</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Ein Mustererkennungssystem besteht aus den folgenden Stufen: Aufnahme von Sensordaten, Vorverarbeitung, Merkmalsextraktion und maschinelle Klassifikation. Dieses Modul beschäftigt sich in erster Linie mit den ersten drei Stufen und schafft damit die Grundlage für weiterführende Module (Pattern Recognition und Pattern Analysis).</p>

		A pattern recognition system consists of the following stages: Sensor Data Acquisition, Preprocessing, Feature Extraction, and Machine Classification. This module primarily deals with the first three stages and thus creates the basis for more advanced modules (Pattern Recognition and Pattern Analysis).
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 4
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtmodul Machine Learning Bachelor of Science Data Science 20221
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (60 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsfolien/lecture slides</li> <li>• Heinrich Niemann: Klassifikation von Mustern, 2. überarbeitete Auflage, 2003</li> <li>• Sergios Theodoridis, Konstantinos Koutroumbas: Pattern Recognition, 4. Auflage, Academic Press, Burlington, 2009</li> <li>• Richard O. Duda, Peter E. Hart, David G. Stock: Pattern Classification, 2. Auflage, John Wiley &amp; Sons, New York, 2001</li> </ul>



1	<b>Modulbezeichnung</b> 95067	<b>Machine Learning for Engineers I - Introduction to Methods and Tools</b> Machine learning for engineers I - Introduction to methods and tools	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Machine Learning for Engineers I: Introduction to Methods and Tools (0.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Björn Eskofier Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke Prof. Dr. Nico Hanenkamp Thomas Altstidl	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Thomas Altstidl Prof. Dr. Björn Eskofier	
5	<b>Inhalt</b>	<p>This is an introductory course presenting fundamental algorithms of machine learning (ML) that are typically applied to data science problems. Knowledge is deepened by two practical exercises to gain hands-on experience. The course covers</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to Python programming in the field of data science</li> <li>• Review of typical task domains (such as regression, classification and dimensionality reduction)</li> <li>• Theoretical understanding of widely used machine learning methods (such as linear and logistic regression, support vector machines (SVM), principal component analysis (PCA) and deep neural networks (DNN))</li> <li>• Practical application of these machine learning methods on engineering problems</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>After successfully participating in this course, students should be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• independently recognize the task domain at hand for new applications</li> <li>• select a suitable and promising machine learning methodology based on their known theoretical properties</li> <li>• apply the chosen methodology to the given problem using Python</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Maschinelles Lernen / Artificial Intelligence (AI) Bachelor of Science Data Science 20221 Nicht gewählte Vertiefungsrichtungen Bachelor of Science Data Science 20221 Wahlpflichtmodul Machine Learning Bachelor of Science Data Science 20221</p>	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur Electronic exam (online), 90min	

11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 0 h Eigenstudium: 150 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) Machine Learning: A Probabilistic Perspective, Kevin Murphy, MIT Press, 2012</li> <li>2) The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction, Trevor Hastie, Robert Tibshirani, and Jerome Friedman, Springer, 2009</li> <li>3) Deep Learning, Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, and Aaron Courville, MIT Press, 2016</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65166	<b>Projektseminar Optimierung</b> Project seminar: Optimisation	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Bachelorseminar "Optimierung Praxis" (2.0 SWS) Vorlesung: Projektseminar Optimierung (Bachelor) (2.0 SWS)	5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Jorge Weston Fernández Prof. Dr. Frauke Liers-Bergmann	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Frauke Liers-Bergmann	
5	<b>Inhalt</b>	Anhand einer konkreten Anwendung sollen die im Studium bis dahin erworbenen Kenntnisse zu mathematischen Optimierungsmodellen und -methoden umgesetzt werden. Der Inhalt ergibt sich aus einer aktuellen Problemstellung häufig in enger Zusammenarbeit mit einem Industriepartner. Als Beispiele seien genannt die Wasserversorgung einer Stadt, die Gestaltung einer energieeffizienten Fassade eines Bürogebäudes oder das Baustellenmanagement im Schienenverkehr. Das Seminar wird als Projekt durchgeführt. Das heißt, Studierende werden in Teams von bis zu 4 Personen, die in der ersten Woche ausgehändigte Aufgabenstellung im Laufe des Semesters bearbeiten. Am Ende des Semesters werden die Teams ihre Lösungsvorschläge vorstellen und vergleichen.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• führen selbständig in Teams ein größeres Projekt durch, in dem sie eine reale Fragestellung modellieren, Lösungsverfahren entwickeln und implementieren und ihre Ergebnisse auf die Praxis anwenden;</li> <li>• präsentieren die Ergebnisse der Projektarbeit und diskutieren diese;</li> <li>• tauschen sich untereinander und mit den Dozenten über Informationen, Ideen, Probleme und Lösungen auf wissenschaftlichem Niveau aus.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: Grundkenntnisse aus den Modulen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analysis I und II</li> <li>• Lineare Algebra I und II</li> <li>• Lineare und Kombinatorische Optimierung</li> </ul>	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtmodul Projekt Data Sciences Bachelor of Science Data Science 20221	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich mündlich (45 Minuten)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich (50%) mündlich (50%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	

13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Bekanntgabe zu Beginn der Veranstaltung

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65255	<b>Mathematische Modellierung Praxis</b> Mathematical modelling practical	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	apl. Prof. Dr. Serge Kräutle	
5	<b>Inhalt</b>		
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bearbeiten Modellierungsprojekte im Team;</li> <li>• modellieren Alltagsprobleme, lösen sie mit analytischen / numerischen Methoden und diskutieren die Ergebnisse kritisch;</li> <li>• prägen Problemlösungskompetenz aus;</li> <li>• erwerben Schlüsselkompetenzen: prägen durch die Projektarbeit Teammanagement aus, sind durch Berichterstattung in den Projekten zu Vortragspräsentation und wissenschaftlichem Schreiben befähigt.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>empfohlen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilnahme am Modul nur in Kombination mit dem Modul Mathematische Modellierung Theorie</li> <li>• Module Analysis und Lineare Algebra oder Module einer zwei-semesterigen Mathematikgrundausbildung für nicht-mathematische Studiengänge, Modul Numerische Mathematik, Modul Gewöhnliche Differentialgleichungen</li> </ul>	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Nicht gewählte Vertiefungsrichtungen Bachelor of Science Data Science 20221  Simulation und Numerik (SN) Bachelor of Science Data Science 20221  Wahlpflichtmodul Projekt Data Sciences Bachelor of Science Data Science 20221</p>	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminararbeit+Vortrag	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminararbeit+Vortrag (0%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	

16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ch. Eck, H. Garcke, P. Knabner: Mathematische Modellierung; Springer-Verlag, 2. Auflage, Berlin, 2011</li><li>• F. Hauser, Y. Luchko: Mathematische Modellierung mit MATLAB; Spektrum Akademischer Verlag, 2011</li><li>• G. Strang: Introduction to Applied Mathematics; Wellesley-Cambridge Press, Wellesley 1986</li></ul>
----	--------------------------	---

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97008	<b>Advanced Design and Programming (5-ECTS)</b> Advanced design and programming (5-ECTS)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Dirk Riehle	
5	<b>Inhalt</b>	<p>This course teaches principles and practices of advanced object-oriented design and programming. Dieser Kurs wird auf Deutsch gehalten. It consists of a weekly lecture with exercises, homework and self-study. This is a hands-on course and students should be familiar with their Java IDE. Students learn the following concepts:</p> <p>Class-Level</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Method design</li> <li>• Class design</li> <li>• Classes and interfaces</li> <li>• Subtyping and inheritance</li> <li>• Implementing inheritance</li> <li>• Design by contract</li> </ul> <p>Collaboration-Level</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Values vs. objects</li> <li>• Role objects</li> <li>• Type objects</li> <li>• Object creation</li> <li>• Collaboration-based design</li> <li>• Design patterns</li> </ul> <p>Component-Level</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Error handling</li> <li>• Meta-object protocols</li> <li>• Frameworks and components</li> <li>• Domain-driven design</li> <li>• API evolution</li> </ul> <p>The running example is the photo sharing and rating software Wahlzeit, see <a href="https://github.com/dirkriehle/wahlzeit">https://github.com/dirkriehle/wahlzeit</a> . Class is held as a three hour session with a short break in between. Students should have a laptop ready with a working Java programming setup. Sign-up and further course information are available at <a href="https://adap.uni1.de">https://adap.uni1.de</a> - please sign up for the course on StudOn (available through previous link) as soon as possible. The course information will also tell you how the course will be held (online or in person).</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Students learn to recognize, analyze, and apply advanced concepts of object-oriented design and programming</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>Students learn to work effectively with a realistic tool set-up, involving an IDE, configuration management, and a service hoster</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	INF-AuD or compatible / equivalent course
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtmodul Projekt Data Sciences Bachelor of Science Data Science 20221
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>See <a href="https://adap.uni1.de">https://adap.uni1.de</a></li> </ul>



1	<b>Modulbezeichnung</b> 669768	<b>SWAT-Intensivübung</b> SWAT intensive tutorial	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Richard Lenz	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwurf und Implementierung einer typischen Web-Applikation</li> <li>• Kreatives Arbeiten im Team</li> <li>• Agile Softwareentwicklung</li> <li>• Verwendung von aktuellen Technologien</li> <li>• Moderne Programmiertechniken</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• konzipieren und implementieren eine mehrschichtige Web-Anwendung.</li> <li>• bewerten den Arbeitsaufwand von Aufgaben.</li> <li>• wenden agile Entwicklungsmethoden im Rahmen von Softwareentwicklung an.</li> <li>• arbeiten kooperativ und verantwortlich in Gruppen und können das eigene Kooperationsverhalten sowie die Zusammenarbeit in der Gruppe kritisch reflektieren und optimieren.</li> <li>• arbeiten sich eigenständig in Technologien ein, stellen diese Technologien in Präsentationen vor und wenden sie im Projekt an.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Algorithmen und Datenstrukturen: Objektorientierung</li> <li>• Konzeptionelle Modellierung: Datenmodellierung und UML</li> <li>• Softwareentwicklung in Großprojekten: Entwurfsmustern und IT-Vorgehensmodellen</li> <li>• Systemprogrammierung: Betriebssystem-Architektur</li> <li>• Rechnerkommunikation: Transferprotokollen</li> <li>• Implementierung von Datenbanksystemen: Schichtenarchitektur, Transaktionen</li> <li>• eBusiness Technologies: Scrum und RUP, Advanced XML, OOA&amp;D crash course (Adv. UML), O/R-Mapping, Component Models, Web Basics, Web Services, Presentation Tier (MVC, AJAX, HTML5)</li> </ul>	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 4	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtmodul Projekt Data Sciences Bachelor of Science Data Science 20221	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Portfolio	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Portfolio (100%)	

12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 115 h Eigenstudium: 35 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elemental Design Patterns, Smith, 2012</li> <li>• Patterns of Enterprise Application Architecture, Fowler, 2003</li> <li>• Scrum mit User Stories, Wirdemann, 2011</li> <li>• Agile Testing, Crispin and Gregory, 2009</li> <li>• More Agile Testing, Crispin and Gregory, 2015</li> </ul>

# Wahlpflichtbereich Mathematik

1	<b>Modulbezeichnung</b> 48071	<b>Introduction to Statistics and Statistical Programming</b> Introduction to statistics and statistical programming	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	<p>Vorlesung: Introduction to Statistics and Statistical Programming (2.0 SWS)</p> <p>Übung: Computer lab classes "Introduction to Statistics and Statistical Programming" (1.0 SWS)</p> <p>Übung: Problem session "Introduction to Statistics and Statistical Programming" (1.0 SWS)</p> <p>Tutorium: Review session "Introduction to Statistics and Statistical Programming" (1.0 SWS)</p> <p>Review session: participation voluntary</p>	- - - -
3	Lehrende	apl. Prof. Dr. Christophorus Richard	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	apl. Prof. Dr. Christophorus Richard
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to the statistical software R and elementary programming</li> <li>• Descriptive statistics: visualisation and parameters of categorial and metric data, qq-plot, curve fitting, log- and loglog-plots, robust techniques</li> <li>• Inferential statistics: methods for estimating and testing: parametric tests, selected non-parametric tests, exact and asymptotic confidence regions</li> <li>• Simulation: random numbers, Monte carlo</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• describe and explain standard techniques in descriptive and inferential statistics.</li> <li>• explain their solution of a non-trivial statistical problem to other people and to discuss alternative solutions within a group.</li> <li>• perform statistical standard analyses within a prescribed time limit on the computer, and to correctly interpret the computer output.</li> <li>• perform elementary statistical simulations.</li> <li>• formulate adequate questions concerning a given data set, suggest correct methods for analysis, and to implement these on the computer.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Stochastische Modellbildung (strongly recommended)
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtbereich Mathematik Bachelor of Science Data Science 20221
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Übungsleistung Klausur (90 Minuten)

11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Übungsleistung (0%) Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecture notes</li> <li>• Rice: Mathematical Statistics and Data Analysis; Thomson, 2007</li> <li>• <a href="http://www.cran.r-project.org">www.cran.r-project.org</a></li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65062	<b>Stochastische Modellbildung</b> Stochastic modelling	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Torben Krüger apl. Prof. Dr. Christophorus Richard	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diskrete Wahrscheinlichkeitsräume und Kombinatorik (Urnenmodelle, Binominalverteilung)</li> <li>• Multinomialverteilung, geometrische Verteilung, hypergeometrische Verteilung</li> <li>• Produktexperimente (Unabhängigkeit und bedingte Wahrscheinlichkeit)</li> <li>• Zufallsvariable (Unabhängigkeit, Erwartungswert, Varianz, Kovarianz, Korrelation)</li> <li>• Schwaches und starkes Gesetz der großen Zahlen für unabhängige Sequenzen</li> <li>• Allgemeine Modelle, Wahrscheinlichkeitsmasse mit Dichten</li> <li>• Normalapproximation und Poissonapproximation der Binominalverteilung mit Anwendungen</li> <li>• Allgemeine Formulierung des starken Gesetzes der großen Zahlen u. Zentralen Grenzwertsatzes ohne Beweis</li> <li>• Verzweigungsprozesse und erzeugende Funktionen</li> <li>• der Poissonprozess</li> <li>• Markowketten</li> <li>• Grundbegriffe der Schätztheorie (Maximum-Likelihood, Konsistenz, Konfidenzintervalle, Fragen der Optimalität)</li> <li>• Testtheorie (Grundlegende Ideen und Beispiele)</li> <li>• Der t-Test, Chi-Quadrat-Test auf Unabhängigkeit und Identität</li> <li>• Regressionsanalyse</li> </ul> <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• setzen sich mit Modellierungsfragen für statistische Modelle und elementare Prozesse, die in Naturwissenschaften, Wirtschaftswissenschaften und Technik auftreten auseinander und nennen und erklären die entsprechenden Methoden;</li> <li>• führen Modellanalyse mit kombinatorischen und expliziten analytischen Methoden selbständig durch;</li> <li>• verwenden die grundlegenden Begriffe und Konzepte sicher und setzen sie zur Lösung konkreter Probleme ein;</li> <li>• sammeln und bewerten relevante Informationen und stellen Zusammenhänge her;</li> <li>• klassifizieren und lösen selbständig Probleme analytisch.</li> </ul>	

7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analysis I und II</li> <li>• Lineare Algebra I und II</li> </ul>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Aufbaumodule Mathematik Bachelor of Science Data Science 20221 Wahlpflichtbereich Mathematik Bachelor of Science Data Science 20221
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Übungsleistung Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Übungsleistung (0%) Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 105 h Eigenstudium: 195 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• U. Krengel: Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik; 8. Auflage, 2005</li> <li>• Hans-Otto Georgii: Stochastik; 3. Auflage, 2007</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65072	<b>Lineare und nichtlineare Systeme</b> Linear and nonlinear systems	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Tafelübung zu Lineare und nichtlineare Systeme (1.0 SWS) Übung: Übungen zu Lineare und nichtlineare Systeme (Querschnittmodul) (2.0 SWS) Vorlesung mit Übung: Lineare und nichtlineare Systeme (Karteileiche) (4.0 SWS) Vorlesung mit Übung: Lineare und nichtlineare Systeme (Querschnittmodul) (4.0 SWS)	- - 10 ECTS 10 ECTS
3	Lehrende	Dr. Dieter Weninger	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Dieter Weninger	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Iterationsverfahren für lineare und nichtlineare Gleichungssysteme</li> <li>• Grundbegriffe der Optimierung</li> <li>• Innere-Punkte-Verfahren für lineare und nichtlineare Optimierungsprobleme</li> <li>• Grundbegriffe und Lösungsmethoden der gemischt-ganzzahligen linearen Optimierung</li> <li>• Grundbegriffe und Lösungsmethoden der gemischt-ganzzahligen nichtlinearen Optimierung</li> </ul> <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• erkennen und analysieren selbstständig lineare und nichtlineare Systeme bzw. Optimierungsprobleme</li> <li>• erläutern verschiedene algorithmische Grundprinzipien und wenden diese zielorientiert an</li> <li>• stellen Verknüpfungen zwischen algebraischem und analytischem Wissen her</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: Grundkenntnisse aus den Modulen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analysis I und II</li> <li>• Lineare Algebra I und II</li> <li>• Lineare und Kombinatorische Optimierung</li> </ul>	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtbereich Mathematik Bachelor of Science Data Science 20221	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich (20 Minuten) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übungsleistung (wöchentliche Hausaufgaben, unbenotet)</li> <li>• Mündliche Prüfung (20 Min.)</li> </ul>	



11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%) mündliche Prüfung (100 %)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 105 h Eigenstudium: 195 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsskript wird auf StudOn bereitgestellt</li> <li>• Ulbrich/Ulbrich: Nichtlineare Optimierung, Birkhäuser, 2012</li> <li>• Nocedal/Wright: Numerical Optimization, Springer, 2006</li> <li>• Wolsey: Integer Programming, Wiley, 2021</li> <li>• Belotti et al.: Mixed-Integer Nonlinear Optimization, 2013</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65161	<b>Lineare und Kombinatorische Optimierung</b> Linear and combinatorial optimisation	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Dieter Weninger	
5	<b>Inhalt</b>	Schwerpunkt dieser Vorlesung ist die Theorie und Lösung kombinatorischer und in diesem Kontext linearer Optimierungsprobleme. Wir behandeln klassische Probleme auf Graphen, wie das Kürzeste-Wege-Problem, das Aufspannende-Baum-Problem oder das Max-Flow-Min-Cut-Theorem. Zur Vorlesung gehören auch die Dualität der linearen Optimierung und das Simplexverfahren. Gegenstand der Vorlesung ist zudem die Analyse von Algorithmen und die Vermittlung algorithmischer Grundprinzipien. Neben der vierstündigen Vorlesung werden zweistündige Übungen angeboten. Anhand von Präsenz- und Hausaufgaben werden wesentliche Lerninhalte geübt. Zusätzlich werden Softwareübungen angeboten.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• erkennen und analysieren selbstständig kombinatorische Optimierungsprobleme;</li> <li>• erläutern algorithmische Grundprinzipien und wenden diese zielorientiert an;</li> <li>• klassifizieren komplexe Verfahren des Lerngebietes;</li> <li>• sammeln und bewerten relevante Informationen und stellen Zusammenhänge her</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: Lineare Algebra	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Aufbaumodule Mathematik Bachelor of Science Data Science 20221 Wahlpflichtbereich Mathematik Bachelor of Science Data Science 20221	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	

16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vorlesungsskript zu diesem Modul</li><li>• Schrijver: Combinatorial Optimization Vol. A C; Springer, 2003</li><li>• Korte, J. Vygen: Combinatorial Optimization; Springer, 2005</li></ul>
----	--------------------------	---

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65210	<b>Einführung in die Numerik</b> Introduction to numerics	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Eberhard Bänsch	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Direkte Eliminationsverfahren für lineare Gleichungssysteme [Gauß mit Pivotsuche (Erinnerung), Cholesky, LR-Zerlegung für vollbesetzte (Erinnerung) Bandmatrizen]</li> <li>• Linear stationäre iterative Verfahren: Erinnerung und SOR-Verfahren</li> <li>• Verfahren für Eigenwertaufgaben (QR-Verfahren)</li> <li>• Fehleranalyse und Störungsrechnung (Gleitpunktarithmetik, Konditionsanalyse, schlechtgestellte Probleme)</li> <li>• Lineare Ausgleichsrechnung (Orthogonalisierungsverfahren, Numerik der Pseudoinverse)</li> <li>• Iterative Verfahren für nicht-lineare Gleichungssysteme (Fixpunktiteration, Newton-Verfahren, Gauß-Newton)</li> <li>• Interpolation (Polynome, Polynomialsplines, FFT)</li> <li>• Numerische Integration (Newton-Cotes, Gauß, Extrapolation, Adaption)</li> </ul> <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verwenden algorithmische Zugänge für Probleme der linearen Algebra und Analysis und erklären und bewerten diese;</li> <li>• urteilen insbesondere über die Stabilität und Effizienz eines numerischen Verfahrens;</li> <li>• setzen mit eigener oder gegebener Software Verfahren um und bewerten deren Ergebnisse kritisch;</li> <li>• erläutern und verwenden ein breites Problem- und Verfahrensspektrum: (Direkte und) iterative Verfahren für lineare Gleichungssysteme, nicht-lineare Gleichungssysteme, insbesondere Newton-Verfahren, (nicht)lineare Ausgleichsrechnung, Interpolation und Integration, Numerik von Eigenwertaufgaben;</li> <li>• sammeln und bewerten relevante Informationen und erkennen Zusammenhänge</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>empfohlen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Module zur Analysis und Linearen Algebra</li> <li>• Kenntnisse in MATLAB sind zwingend. Diese können in einem jeweils vor Semesterbeginn stattfindenden Kurs erworben werden.</li> </ul>	

8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Aufbaumodule Mathematik Bachelor of Science Data Science 20221 Wahlpflichtbereich Mathematik Bachelor of Science Data Science 20221
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Übungsleistung Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Übungsleistung (0%) Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 105 h Eigenstudium: 195 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• R. Schaback und H. Wendland: Numerische Mathematik; Springer, Berlin, 2005</li> <li>• A. Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri: Numerische Mathematik I, II; Springer, Berlin, 2002</li> <li>• P. Deuffhard und A. Hohmann: Numerische Mathematik I; de Gruyter, Berlin 2002</li> <li>• J. Stoer: Numerische Mathematik I; Springer, Berlin, 2005</li> <li>• J. Stoer und R. Bulirsch: Numerische Mathematik I; Springer, Berlin, 2005</li> <li>• Vorlesungsskript auf der Homepage des Bereichs Modellierung, Simulation und Optimierung des Departments Mathematik, ständig neu an die Vorlesung angepasst</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65231	<b>Diskretisierung und numerische Optimierung</b> Discretisation and numerical optimisation	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	<p>Vorlesung: Diskretisierung und numerische Optimierung (Querschnittmodul) (4.0 SWS)</p> <p>Übung: Übungen zu Diskretisierung und numerische Optimierung (Querschnittmodul) (2.0 SWS)</p> <p>Tutorium: Tutorium zu Diskretisierung und numerische Optimierung (Querschnittmodul) (2.0 SWS)</p> <p>Übung: Programmier-Kurs zur Diskretisierung und Numerischen Optimierung (2.0 SWS)</p>	<p>10 ECTS</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p>
3	Lehrende	Prof. Dr. Daniel Tenbrinck	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Eberhard Bänsch	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Teil 1: Diskretisierung Ein- und Mehrschrittverfahren für Anfangswertaufgaben gewöhnlicher Differentialgleichungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• explizite und implizite Runge-Kutta-Verfahren, BDF, Extrapolation</li> <li>• asymptotische Stabilität (Nullstabilität), Konsistenz, Konvergenz</li> <li>• Steifheit und Stabilität bei fester Schrittweite</li> <li>• Schrittweiten- und Ordnungsadaptivität</li> <li>• Randwertaufgaben für gewöhnliche Differentialgleichungen</li> <li>• Einführung in Finite-Element-Verfahren</li> </ul> <p>Teil 2: Unrestringierte Optimierung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abstiegsverfahren</li> <li>• CG-Verfahren (mit Vorkonditionierung, CG-Newton)</li> <li>• Quadratische Optimierungsprobleme</li> <li>• Penalty- und Barrierenverfahren</li> </ul> <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verwenden algorithmische Zugänge zu Problemen, die mittels gewöhnlicher Differentialgleichungen beschrieben werden können oder von unrestringierten, endlichdimensionalen Optimierungsproblemen herkommen, und erklären und bewerten diese;</li> <li>• urteilen über die Stabilität und Effizienz eines numerischen Verfahrens;</li> <li>• setzen mit eigener oder gegebener Software Verfahren um und bewerten deren Ergebnisse kritisch;</li> <li>• erläutern und verwenden ein breites Problem- und Verfahrensspektrum: Differenzenverfahren für Anfangs- und Randwertaufgaben, Finite-Element-Verfahren für 2-Punkt-Randwertaufgaben</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• übertragen die erlangten Fachkompetenzen auf die Behandlung partieller Differentialgleichungen, Abstiegs- und CG-Verfahren bis zum Barriereverfahren;</li> <li>• sammeln und bewerten relevante Informationen und erkennen Zusammenhänge.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analysis</li> <li>• Lineare Algebra</li> <li>• Programmierung</li> <li>• Einführung Numerik</li> </ul>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Simulation und Numerik (SN) Bachelor of Science Data Science 20221 Wahlpflichtbereich Mathematik Bachelor of Science Data Science 20221
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Übungsleistung Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Übungsleistung (0%) Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 180 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• P. Deuffhard und F. Bornemann: Numerische Mathematik II; de Gruyter, Berlin 2002</li> <li>• J. Stoer und R. Bulirsch: Numerische Mathematik II; Springer, Berlin, 2005</li> <li>• K. Strehmel und R. Weiner: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen; Teubner, Stuttgart 1995</li> <li>• A. Quarteroni, R. Sacco und F. Saleri: Numerische Mathematik I, II; Springer, Berlin 2002</li> <li>• Vorlesungsskriptum auf der Homepage des Bereichs Modellierung, Simulation und Optimierung des Departments Mathematik (laufend aktualisiert)</li> </ul>

# Wahlpflichtbereich Informatik



1	<b>Modulbezeichnung</b> 43961	<b>Knowledge Discovery in Databases mit Übung</b> Knowledge discovery in databases with tutorial	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Knowledge Discovery in Databases (2.0 SWS) Übung: UeKDD (2.0 SWS)	- -
3	Lehrende	Dominik Probst Lucas Weber Anugya Sahu Karan Mahesh Pahlajani	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Richard Lenz	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Theoretical knowledge on:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Why data mining?</li> <li>• What is data mining?</li> <li>• A multi-dimensional view of data mining</li> <li>• What kinds of data can be mined?</li> <li>• What kinds of patterns can be mined?</li> <li>• What technologies are used?</li> <li>• What kinds of applications are targeted?</li> <li>• Major issues in data mining</li> <li>• A brief history of data mining</li> </ul> <p>Practical exercises on:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to Pandas &amp; scikit-learn</li> <li>• Data analysis &amp; data preprocessing</li> <li>• Frequent Pattern</li> <li>• Classification</li> <li>• Clustering</li> <li>• Outlier</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen den typischen KDD-Prozess;</li> <li>• kennen Verfahren zur Vorbereitung von Daten für das Data Mining;</li> <li>• definieren Distanz- oder Ähnlichkeits-Funktionen auf einem speziellen Datenbestand;</li> <li>• überprüfen Attribute eines Datensatzes auf ihre Bedeutung für die Analyse hin und transformieren ggf. Attributwerte geeignet;</li> <li>• wissen, wie ein typisches Data Warehouse aufgebaut ist;</li> <li>• kennen die Definition von Distanz- bzw. Ähnlichkeitsfunktionen für die verschiedenen Typen von Attributen;</li> <li>• sind vertraut mit dem Prinzip des Apriori-Algorithmus zur Bestimmung von Mengen häufiger Elemente (frequent itemsets);</li> <li>• kennen den FP-Growth-Algorithmus zum schnellen Auffinden von Mengen häufiger Elemente;</li> <li>• geben die Definitionen von Support und Confidence für Assoziationsregeln wieder;</li> <li>• beschreiben die Ermittlung von Assoziationsregeln auf der Basis von Mengen häufiger Elemente;</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• sind in der Lage, die Vorgehensweise bei Klassifikationsaufgaben darzustellen;</li> <li>• legen dar, wie ein Entscheidungsbaum auf einem Trainingsdatensatz erzeugt wird;</li> <li>• stellen das Prinzip der Bayes'schen Klassifikation dar;</li> <li>• zählen verschiedene Clustering-Verfahren auf;</li> <li>• beschreiben den Ablauf von k-Means-Clustering;</li> <li>• kennen die verschiedenen Arten von Ausreißern.</li> <li>• können die verschiedenen Schritte eines KDD Prozesses auch praktisch anwenden.</li> </ul> <p>The students:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• know the typical KDD process;</li> <li>• know procedures for the preparation of data for data mining;</li> <li>• know the definition of distance or similarity functions for the different kinds of attributes;</li> <li>• define distance and similarity functions for a particular dataset;</li> <li>• check attributes of a dataset for their meaning with reference to an analysis and transform attribute values accordingly, if required.</li> <li>• know how a typical data warehouse is structured;</li> <li>• are familiar with the principle of the Apriori algorithm for the identification of frequent itemsets;</li> <li>• know the FP-growth algorithm for a faster identification of frequent itemsets:</li> <li>• present the definitions of support and confidence for association rules;</li> <li>• describe the construction of association rules based on frequent itemsets;</li> <li>• are capable of describing the course of action in classification tasks;</li> <li>• present the construction of a decision tree based on a training dataset;</li> <li>• present the principle of Bayes' classification;</li> <li>• enumerate different clustering procedures;</li> <li>• describe the steps of k-means clustering;</li> <li>• know the different kinds of outliers.</li> <li>• are able to practically apply the various steps of a KDD process.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Aufbaumodule Informatik Bachelor of Science Data Science 20221</p> <p>Datenbanken und Wissensrepräsentation (DW) Bachelor of Science Data Science 20221</p> <p>Nicht gewählte Vertiefungsrichtungen Bachelor of Science Data Science 20221</p> <p>Wahlpflichtbereich Informatik Bachelor of Science Data Science 20221</p>

10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur mit MultipleChoice (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur mit MultipleChoice (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>The lecture is based on the following book:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ A. Géron, Hands-on machine learning with Scikit-Learn and TensorFlow : concepts, tools, and techniques to build intelligent systems, 2nd ed. O'Reilly Media, 2017, ISBN: 978-1491962299</li> <li>◦ H. Du, Data Mining Techniques and Applications: An Introduction. Cengage Learning EMEA, May 2010, p. 336, ISBN: 978-1844808915</li> <li>◦ I. H. Witten, E. Frank, M. A. Hall, et al., Data Mining, Fourth Edition: Practical Machine Learning Tools and Techniques, 4th. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 2016, ISBN: 0128042915</li> </ul> </li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93000	<b>Algorithmik kontinuierlicher Systeme</b> Algorithms for continuous systems	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Tafelübung AlgoKS (2.0 SWS) Vorlesung: Algorithmik kontinuierlicher Systeme (4.0 SWS) Übung: Rechnerübung AlgoKS (0.0 SWS)	2,5 ECTS 5 ECTS -
3	Lehrende	Dominik Thönnies Frederik Hennig Prof. Dr. Ulrich Rüde	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Ulrich Rüde
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen kont. Datenstrukturen (Gleitpunktzahlen, Rundungsfehleranalyse und Kondition, Diskretisierung und Quantisierung, Abtasttheorem, FFT)</li> <li>• Algorithmische Lineare Algebra (direkte und iterative Verfahren für lin. Gleichungssysteme, Ausgleichsprobleme)</li> <li>• Datenstrukturen für geometrische Objekte, Interpolation, Approximation, Grundlagen geometrischer Modellierung, Volumen- und Flächenberechnung.</li> <li>• Kontinuierliche und diskrete Optimierung, nichtlineare Probleme.</li> <li>• Grundlagen der Simulation: Algorithmen zur Lösung von Differentialgleichungen</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden erwerben fundierte Kenntnisse über Datenstrukturen und Algorithmen zur Behandlung kontinuierlicher Probleme. Die erworbenen Kompetenzen sind sowohl theoretisch-analytischer Art (Analyse von Komplexität, Konvergenz, Fehlerentwicklung) als auch von praktischer Natur (Implementierung der Algorithmen in einer objekt-orientierten Programmiersprache).</p> <p>Die Studierenden planen und bearbeiten kleine Programmierprojekte so, dass sie zeitgerecht fertig gestellt werden. Sie erwerben damit insbesondere die Grundlagen, die für ein vertieftes Studium in den Bereichen Systemsimulation, Mustererkennung, Graphischer Datenverarbeitung unabdingbar sind.</p> <p><b>Fachkompetenz</b> Wissen Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• geben die Definition von Gleitpunktzahlen wieder</li> <li>• reproduzieren Formeln zur Berechnung von Flächen und Volumina</li> </ul> <p><b>Verstehen</b> Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die Kondition von Problemen</li> <li>• veranschaulichen Methoden der Freiformflächenmodellierung</li> <li>• erläutern das Abtasttheorem und die Fouriertransformation</li> </ul> <p><b>Anwenden</b> Die Studierenden</p>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• implementieren Algorithmen zur Lösung von linearen Gleichungssystemen</li> <li>• lösen Interpolations- und Approximationsaufgaben</li> <li>• berechnen iterativ Lösungen von nichtlinearen Gleichungen</li> </ul> Analysieren Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• klassifizieren Optimierungsprobleme</li> <li>• erforschen lineare Ausgleichsprobleme</li> </ul> Lern- bzw. Methodenkompetenz Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>•             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ lösen Aufgaben der Algorithmen kontinuierlicher Probleme in Gruppenarbeit</li> </ul> </li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 4
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtbereich Informatik Bachelor of Science Data Science 20221
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten) Übungsleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%) Übungsleistung (0%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93010	<b>Berechenbarkeit und Formale Sprachen</b> Theory of computation and formal languages	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Rolf Wanka	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Registermaschinen und Turingmaschinen als Modelle des Berechenbaren, die Church-Turing-These und unentscheidbare Probleme</li> <li>• NP-Vollständigkeit und das P-NP-Problem</li> <li>• Endliche Automaten</li> <li>• Grammatiken und die Chomsky-Hierarchie</li> <li>• Kontextfreie Grammatiken und Kontextfreie Sprachen</li> <li>• Kellerautomaten</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erwerben fundierte Kenntnisse über die Grenzen der Berechenbaren, insbesondere lernen sie, wie man beweist, dass bestimmte Aufgaben unlösbar sind bzw. dass sie vermutlich nicht schnell gelöst werden können, und wenden diese Kenntnisse an;</li> <li>• lernen die wesentlichen Techniken kennen, mit denen man Programmiersprachen beschreiben und syntaktisch korrekte Programme erkennen kann, und wenden diese auf Beispiele an;</li> <li>• erwerben fundierte Kenntnisse in den Beweis- und Analyse-Methoden der algorithmisch orientierten Theoretischen Informatik und wenden diese an.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtbereich Informatik Bachelor of Science Data Science 20221	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten) Übungsleistung	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%) Übungsleistung (0%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	

15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• I. Wegener. Theoretische Informatik.</li><li>• J. Hopcroft, J. Ullman. Introduction to Automata Theory, Languages and Computation.</li><li>• U. Schöning. Theoretische Informatik - kurz gefasst.</li></ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93040	<b>Parallele und Funktionale Programmierung</b> Parallel and functional programming	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Parallele und Funktionale Programmierung (2.0 SWS)	2,5 ECTS
		Vorlesung: Parallele und Funktionale Programmierung (2.0 SWS)	2,5 ECTS
		Übung: Intensivübungen zu Parallele und Funktionale Programmierung (2.0 SWS)	0 ECTS
3	Lehrende	Julian Brandner Dr.-Ing. Norbert Oster Prof. Dr. Michael Philippsen	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr.-Ing. Norbert Oster Prof. Dr. Michael Philippsen	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der funktionale Programmierung</li> <li>• Grundlagen der parallelen Programmierung</li> <li>• Datenstrukturen</li> <li>• Objektorientierung</li> <li>• Scala-Kenntnisse</li> <li>• Erweiterte JAVA-Kenntnisse</li> <li>• Aufwandsabschätzungen</li> <li>• Grundlegende Algorithmen</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• erlernen die Grundlagen der funktionalen Programmierung anhand der Programmiersprache Scala</li> <li>• verstehen paralleles Programmieren mit Java</li> <li>• kennen fundamentale Datenstrukturen und Algorithmen</li> <li>• können funktionale und parallele Algorithmen entwickeln und analysieren</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Pflichtmodul Bachelor of Science Data Science 20202 Aufbaumodule Informatik Bachelor of Science Data Science 20221 Wahlpflichtbereich Informatik Bachelor of Science Data Science 20221	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (60 Minuten)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	



15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93072	<b>Grundlagen der Logik in der Informatik</b> Foundations of logic in informatics	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Lutz Schröder	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Aussagenlogik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Syntax und Semantik</li> <li>• Automatisches Schließen: Resolution</li> <li>• Formale Deduktion: Korrektheit, Vollständigkeit</li> </ul> <p>Prädikatenlogik erster Stufe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Syntax und Semantik</li> <li>• Automatisches Schließen: Unifikation, Resolution</li> <li>• Quantorenelimination</li> <li>• Anwendung automatischer Beweiser</li> <li>• Formale Deduktion: Korrektheit, Vollständigkeit</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erwerb fundierter Kenntnisse zu den Grundlagen und der praktischen Relevanz der Logik mit besonderer Berücksichtigung der Informatik;</li> <li>• Verstehen und Erklären des logischen Schließens;</li> <li>• Einübung in das logische und wissenschaftliche Argumentieren, Aufstellen von Behauptungen und Begründungen;</li> <li>• Kritische Reflexion von Logikkalkülen, insbesondere hinsichtlich Entscheidbarkeit, Komplexität, Korrektheit und Vollständigkeit;</li> <li>• Erstellung und Beurteilung von Problemspezifikationen (Kohärenz, Widerspruchsfreiheit) und ihre Umsetzung in Logikprogramme;</li> <li>• Beherrschung der praktischen Aspekte der Logikprogrammierung.</li> </ul> <p>Fachkompetenz Wissen Die Studierenden geben Definitionen zur Syntax und Semantik der verwendeten Logiken wieder beschreiben grundlegende Deduktionsalgorithmen geben Regeln der verwendeten formalen Deduktionssysteme wieder Verstehen Die Studierenden erläutern das Verhältnis zwischen Syntax, Semantik und Beweistheorie der verwendeten Logiken erklären die Funktionsprinzipien grundlegender Deduktionsalgorithmen erläutern die Funktionsweise automatischer Beweiser</p>	

		<p>erläutern grundlegende Resultate der Metatheorie der verwendeten Logiken und deren Bedeutung</p> <p>Anwenden</p> <p>Die Studierenden wenden Deduktionsalgorithmen auf konkrete Deduktionsprobleme an formalisieren Anwendungsprobleme in logischer Form und verwenden automatische Beweiser zur Erledigung entstehender Beweisziele führen einfache formale Beweise manuell</p> <p>Analysieren</p> <p>Die Studierenden führen einfache metatheoretische Beweise, insbesondere durch syntaktische Induktion</p> <p>Lern- bzw. Methodenkompetenz</p> <p>Die Studierenden beherrschen das grundsätzliche Konzept des Beweises als hauptsächliche Methode des Erkenntnisgewinns in der theoretischen Informatik. Sie überblicken abstrakte Begriffsarchitekturen.</p> <p>Sozialkompetenz</p> <p>Die Studierenden lösen abstrakte Probleme in Gruppenarbeit.</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Aufbaumodule Informatik Bachelor of Science Data Science 20221 Wahlpflichtbereich Informatik Bachelor of Science Data Science 20221
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Schöning, U.: Logik für Informatiker.</p> <p>Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag, 2000</p> <p>Barwise, J., and Etchemendy, J.: Language, Proof and Logic; CSLI, 2000.</p> <p>Huth, M., and Ryan, M.: Logic in Computer Science; Cambridge University Press, 2000.</p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93330	<b>Deep Learning for Beginners</b> Deep learning for beginners	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Deep Learning for Beginners (VHB-Kurs) (2.0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Aline Sindel	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Neural networks have had an enormous impact on research in image and signal processing in recent years. In this course, you will learn all the basics about deep learning in order to understand how neural network systems are built. The course is addressed to students who are new to the field. In the beginning of the course, we introduce you to the topic with some applications of deep learning in the field of medical imaging, digital humanities and industry projects. Before we dive into the core elements of neural networks, there are two lecture units on the fundamentals of signal and image processing to teach you relevant parts of system theory such as convolutions, Fourier transform, and sampling theorem. In the next lecture units, you learn the basic blocks of neural networks, such as backpropagation, fully connected layers, convolutional layers, activation functions, loss functions, optimization, and regularization strategies. Then, we look into common practices for training and evaluating neural networks. The next lecture unit is focusing on common neural network architectures, such as LeNet, Alexnet, and VGG. It follows a lecture unit about unsupervised learning that contains the principles of autoencoders and generative adversarial networks. Lastly, we cover some applications of deep learning in segmentation and object detection.</p> <p>The accompanying programming exercises will provide a deeper understanding of the workings and architecture of neural networks, in which you will develop a basic neural network from scratch in pure Python without using deep learning frameworks, such as PyTorch or TensorFlow.</p> <p>At the end of the semester, there will be a written exam.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• explain the different neural network components,</li> <li>• compare and analyze methods for optimization and regularization of neural networks,</li> <li>• compare and analyze different CNN architectures,</li> <li>• explain deep learning techniques for unsupervised / semi-supervised and weakly supervised learning,</li> <li>• explain different deep learning applications,</li> <li>• implement the presented methods in Python,</li> <li>• effectively investigate raw data, intermediate results and results of Deep Learning techniques on a computer,</li> <li>• autonomously supplement the mathematical foundations of the presented methods by self-guided study of the literature,</li> <li>• discuss the social impact of applications of deep learning applications.</li> </ul>	

7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Requirements: mathematics for engineering, basic knowledge of python
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wahlpflichtbereich Informatik Bachelor of Science Data Science 20221
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel (60 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 0 h Eigenstudium: 75 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

# Mathematische statistische Datenanalyse (MSD)

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65133	<b>Mathematische Grundlagen zu Künstliche Intelligenz, Neuronale Netze und Data Analytics I</b> Mathematical foundations of artificial intelligence, neural networks and data analytics	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Hans Georg Zimmermann
5	<b>Inhalt</b>	<p>Künstliche-Intelligenz Forschung ist der Versuch, menschenähnliche Denkprozesse auf Maschinen zu übertragen. Das betrifft insbesondere Wahrnehmung (nicht nur Sensordaten, sondern auch Bild- und Audio-daten), Modellierung (Untersuchung von Zusammenhängen in Beobachtungen) und Aktionsplanung (für optimale Aktionsplanung ist ein Modell zur Beurteilung vorgeschlagener Aktionen essenziell). Die Mathematik der Neuronalen Netze wurde von Anfang an als adäquate Lösungsmethode gesehen es dauerte aber ein halbes Jahrhundert, bis diese Mathematik und die Computer Hardware soweit entwickelt waren, dass die Vision tatsächlich bearbeitet werden kann.</p> <p>Im Wintersemester zeigen wir, in welchem Sinne Feedforward Neuronale Netze universelle Approximatoren für komplexe (d.h. nichtlineare und hochdimensionale) Systeme sind. Es wird dargestellt, dass sich das Lernen nicht auf die klassische Sichtweise einer nichtlinearen Regression beschränken lässt. Das liegt auch, aber nicht nur an den Weiterführungen zum Thema Deep-Learning. Wir werden auf die Unterschiede zwischen Regression und Klassifikation eingehen. Weiterführende Kapitel beschäftigen sich mit Unüberwachtem Lernen, Bilderkennung, Neuro-Fuzzy und komplexwertigen Systemen. In der Vorlesung wird auch darauf eingegangen, dass unsere Humane Intelligenz noch andere Qualitäten hat wir sollten Künstliche- und Humane-Intelligenz nicht als Verdrängungswettbewerb sehen, sondern nach einer optimalen Ergänzung suchen.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erkennen selbständig Aufgabenstellungen, in denen Neuronale Netze eine hilfreiche Lösungsmethode sind</li> <li>• sind in der Lage, die richtigen Netzstrukturen für echte Anwendungsprobleme zu konstruieren.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	mathematische Grundlagen aus dem Bachelor-Studium
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Mathematische statistische Datenanalyse (MSD) Bachelor of Science Data Science 20221</p> <p>Nicht gewählte Vertiefungsrichtungen Bachelor of Science Data Science 20221</p>

10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich (15 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch oder Englisch Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	



1	<b>Modulbezeichnung</b> 65723	<b>Mathematische Grundlagen zu Künstliche Intelligenz, Neuronale Netze und Data Analytics II</b> Mathematical foundations of Artificial Intelligence, Neural Networks and Data Analytics II	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Mathematische Grundlagen zu Künstliche Intelligenz, Neuronale Netze und Data Analytics II (Mathematical Basics of Artificial Intelligence, Neural Networks and Data Analytics II) (0.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Hans Georg Zimmermann Jorge Weston Fernández	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Hans Georg Zimmermann	
5	<b>Inhalt</b>	Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch der Mathematik, siehe <a href="https://www.math.fau.de/studium/im-studium/infocenter/pruefungen/modulhandbuecher-des-departments/">https://www.math.fau.de/studium/im-studium/infocenter/pruefungen/modulhandbuecher-des-departments/</a> .	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch der Mathematik, siehe <a href="https://www.math.fau.de/studium/im-studium/infocenter/pruefungen/modulhandbuecher-des-departments/">https://www.math.fau.de/studium/im-studium/infocenter/pruefungen/modulhandbuecher-des-departments/</a> .	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch der Mathematik, siehe <a href="https://www.math.fau.de/studium/im-studium/infocenter/pruefungen/modulhandbuecher-des-departments/">https://www.math.fau.de/studium/im-studium/infocenter/pruefungen/modulhandbuecher-des-departments/</a> .	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Mathematische statistische Datenanalyse (MSD) Bachelor of Science Data Science 20221 Nicht gewählte Vertiefungsrichtungen Bachelor of Science Data Science 20221	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich (15 Minuten)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch der Mathematik, siehe <a href="https://www.math.fau.de/studium/im-studium/infocenter/pruefungen/modulhandbuecher-des-departments/">https://www.math.fau.de/studium/im-studium/infocenter/pruefungen/modulhandbuecher-des-departments/</a> .	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65873	<b>Einführung in Stochastische Prozesse</b> 65873	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	apl. Prof. Dr. Christophorus Richard	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Markowketten mit abzählbarem Zustandsraum</li> <li>• Rekurrenz und Transienz</li> <li>• Gleichgewichtsverteilungen und Konvergenz</li> <li>• Markow Chain Monte Carlo</li> <li>• Poisson-Prozess</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden vertiefen ihre Kenntnisse aus Stochastischer Modellbildung anhand einer Fülle von Beispielen aus der Theorie der Markowketten mit endlichem oder abzählbarem Zustandsraum. Dies dient als Ergänzung zu oder Vorbereitung auf eine Behandlung der zeitlich oder räumlich kontinuierlichen Varianten in der Wahrscheinlichkeitstheorie und in der Stochastischen Analysis mit fortgeschritteneren maßtheoretischen Methoden.	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Stochastische Modellbildung	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Mathematische statistische Datenanalyse (MSD) Bachelor of Science Data Science 20221	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>		
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• H.-O. Georgii, Stochastik, 5. Auflage, DeGruyter 2015.</li> <li>• Achim Klenke, Wahrscheinlichkeitstheorie, 3. Auflage, Springer 2013.</li> </ul>	

# Datenorientierte Optimierung (DO)

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65150	<b>Nichtlineare Optimierung</b> Nonlinear optimisation	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Wolfgang Achtziger	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unrestringierte Probleme der Nichtlinearen Optimierung (Optimalitätsbedingungen, Abstiegsverfahren, Verfahren der konjugierten Richtungen, Variable-Metrik-Methoden und Quasi-Newton-Methoden)</li> <li>• Restringierte Probleme der Nichtlinearen Optimierung (Optimalitätsbedingungen)</li> </ul> <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nennen und erklären Grundbegriffe der Nichtlinearen Optimierung;</li> <li>• modellieren und lösen praxisrelevante Probleme mit Hilfe der erlernten Verfahren;</li> <li>• sammeln und bewerten relevante Informationen und stellen Zusammenhänge her.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: Abschluss der Module Analysis I, Analysis II, Lineare Algebra I, Lineare Algebra II und Numerische Mathematik.	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Datenorientierte Optimierung (DO) Bachelor of Science Data Science 20221 Nicht gewählte Vertiefungsrichtungen Bachelor of Science Data Science 20221	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Übungsleistung Klausur (90 Minuten)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Übungsleistung (0%) Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geiger, Ch. Kanzow: Numerische Verfahren zur Lösung unrestringierter Optimierungsaufgaben; Springer, 1999</li> </ul>	

- Geiger, Ch. Kanzow: Theorie und Numerik restringierter Optimierungsaufgaben; Springer, 2002
- W. Alt: Nichtlineare Optimierung; Vieweg, 2002
- F. Jarre und J. Stoer: Optimierung; Springer, 2004
- M.S. Bazaraa, H.D. Sherali, C.M. Shetty: Nonlinear Programming Theory and Algorithms; Wiley, New York, 1993

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65720	<b>Robuste Optimierung 1</b> Robust optimization	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Robuste Optimierung 1 (2.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Martina Kuchlbauer Florian Rösel Prof. Dr. Frauke Liers-Bergmann	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Oft sind die Eingabedaten eines mathematischen Optimierungsproblems in der Praxis nicht exakt bekannt. In der robusten Optimierung werden deswegen möglichst gute Lösungen bestimmt, die für alle innerhalb gewisser Toleranzen liegenden Eingabedaten, zulässig sind.</p> <p>Die Vorlesung behandelt die Theorie und Modellierung robuster Optimierungsprobleme, insbesondere die robuste lineare und robuste kombinatorische Optimierung.</p> <p>Darüber hinaus werden anhand von Anwendungsbeispielen aktuelle Konzepte wie z.B. die wiederherstellbare Robustheit gelehrt.</p> <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erkennen selbstständig Optimierungsprobleme unter Unsicherheit, modellieren die zugehörigen robustifizierten Optimierungsprobleme geeignet und analysieren diese;</li> <li>• nutzen die passenden Lösungsverfahren und bewerten die erzielten Ergebnisse.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: Lineare Algebra Vorteilhaft ist das Modul Lineare und Kombinatorische Optimierung.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Datenorientierte Optimierung (DO) Bachelor of Science Data Science 20221 Nicht gewählte Vertiefungsrichtungen Bachelor of Science Data Science 20221
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch

16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vorlesungsskript zu diesem Modul</li><li>• Ben-Tal, El Ghaoui, Nemirovski: Robust Optimization; Princeton University Press</li></ul>
----	--------------------------	--

1	<b>Modulbezeichnung</b> 407487	<b>Numerical Aspects of Linear and Integer Programming</b> Numerical aspects of linear and integer programming	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Frauke Liers-Bergmann	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revidiertes Simplexverfahren (mit Schranken)</li> <li>• Phase I des Verfahrens</li> <li>• Duales Simplexverfahren</li> <li>• LP Presolve/Postsolve</li> <li>• Skalierung</li> <li>• MIP Solution Techniques</li> </ul> <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. In den Übungen werden die Studierenden von einem Übungsgruppenleiter betreut.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden erklären und verwenden im Rahmen der Vorlesung Methoden und numerische Verfahren, die zur Lösung von Linearen und Gemischt-ganzzahligen Programmen in der Praxis Anwendung finden.	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: Lineare Algebra, Lineare und Kombinatorische Optimierung	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Datenorientierte Optimierung (DO) Bachelor of Science Data Science 20221 Nicht gewählte Vertiefungsrichtungen Bachelor of Science Data Science 20221	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 36 h Eigenstudium: 114 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• V. Chvátal: Linear Programming, W. H. Freeman and Company, New York, 1983</li> <li>• L.A. Wolsey: Integer Programming, John Wiley and Sons, Inc., 1998</li> </ul>	



# Mathematische Theorie / Grundlagen des Data Science (MTG)

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65080	<b>Topologie</b> Topology	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Topologie (2.0 SWS) Vorlesung: Topologie (4.0 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr. Kang Li	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Karl Hermann Neeb	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stetige Funktionen, Zusammenhang, Trennungsaxiome</li> <li>• Erzeugung von Topologien (initiale, finale, Quotienten etc.)</li> <li>• Konvergenz in topologischen Räumen (Filter, Netze)</li> <li>• Kompaktheit (Satz von Tychonov, kompakte metrische Räume, lokalkompakte Räume)</li> </ul> <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch Übungen</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wenden die Methoden der allgemeinen Topologie, die in den Grundvorlesungen nur am Rande vorkommen, an;</li> <li>• ordnen die topologischen Grundbegriffe in einen größeren Kontext ein</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: Grundkenntnisse aus den Modulen Analysis I und II	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Mathematische Theorie / Grundlagen des Data Science (MTG) Bachelor of Science Data Science 20221</p> <p>Nicht gewählte Vertiefungsrichtungen Bachelor of Science Data Science 20221</p>	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>Übungsleistung</p> <p>Klausur (60 Minuten)</p>	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	<p>Übungsleistung (0%)</p> <p>Klausur (100%)</p>	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	<p>Präsenzzeit: 60 h</p> <p>Eigenstudium: 90 h</p>	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsskript zu diesem Modul</li> </ul>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65123	<b>Partielle Differentialgleichungen I</b> Partial differential equations I	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Günther Grün	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>schwache Existenztheorie elliptischer Gleichungen zweiter Ordnung</li> <li>Regularität schwacher Lösungen (Differenzenquotientenmethode, Moser, Harnack)</li> <li>Wärmeleitungsgleichung in Hölderräumen, Vergleichssätze</li> </ul> <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden erarbeiten sich einen Überblick über Anwendungsbereiche von PDGen. Sie verwenden einfache explizite Lösungsmethoden und nutzen klassische und schwache Zugänge zu Existenzresultaten	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: Analysis-Module des Bachelorstudiums	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Mathematische Theorie / Grundlagen des Data Science (MTG) Bachelor of Science Data Science 20221 Nicht gewählte Vertiefungsrichtungen Bachelor of Science Data Science 20221	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>E. DiBenedetto: Partial Differential Equations, Birkhäuser 2001</li> <li>L. C. Evans: Partial Differential Equations, AMS 1997</li> <li>D. Gilbarg, N. S. Trudinger: Elliptic Partial Differential Equations, Springer 1983</li> <li>Vorlesungsskriptum</li> </ul>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65100	<b>Gewöhnliche Differentialgleichungen</b> Ordinary differential equations	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Gewöhnliche Differentialgleichungen (4.0 SWS) Übung: Übungen zu Gewöhnliche Differentialgleichungen (2.0 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr. Emil Wiedemann	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Hermann Schulz-Baldes	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Grundlagen zu folgenden Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Typen von Differentialgleichungen und elementare Lösungsmethoden</li> <li>• Existenz-, Eindeutigkeits- und Stetigkeitssätze für das Anfangswertproblem</li> <li>• Differentialungleichungen (Lemma von Gronwall)</li> <li>• Fortsetzung von Lösungen</li> <li>• lineare und gestörte lineare Systeme</li> <li>• autonome Systeme und Flüsse</li> <li>• Stabilität</li> <li>• Randwertprobleme</li> </ul> <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• lösen einfache, insbesondere autonome lineare Differentialgleichungen selbständig</li> <li>• erklären und prüfen qualitative Eigenschaften wie Stabilität</li> <li>• wenden die relevanten Lösungsmethoden selbstständig an</li> <li>• klassifizieren konkrete Probleme und setzen theoretische Modelle zur Behandlung ein</li> <li>• überführen die Prinzipien in allgemeineren oder auch einfacheren Kontext</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: Analysis 1 und 2	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Mathematische Theorie / Grundlagen des Data Science (MTG) Bachelor of Science Data Science 20221 Nicht gewählte Vertiefungsrichtungen Bachelor of Science Data Science 20221</p>	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten) Übungsleistung	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%) Übungsleistung (0%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	

13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsskripte zu diesem Modul</li> <li>• H. Amann: Gewöhnliche Differentialgleichungen. de Gruyter</li> <li>• V.I. Arnol'd: Gewöhnliche Differentialgleichungen. Springer</li> <li>• H. Heuser: Gewöhnliche Differentialgleichungen. Teubner</li> <li>• W. Walter: Gewöhnliche Differentialgleichungen. Springer</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65311	<b>Algebra</b>	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Peter Fiebig	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gruppentheorie: Untergruppen, Quotienten, Operationen von Gruppen, endlich erzeugte abelsche Gruppen</li> <li>• Ringtheorie: Ideale, Quotienten, Polynomringe, maximale Ideale,</li> <li>• Irreduzibilität</li> <li>• Elementare Zahlentheorie: Restklassenringe, Eulersche phi-Funktion, Chinesischer Restsatz, quadratisches Reziprozitätsgesetz</li> </ul> <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nennen und erklären algebraische Strukturen anhand von Gruppen, Ringen und Körpern und verwenden diese;</li> <li>• behandeln auch komplexe Symmetrien mittels Gruppentheorie selbständig;</li> <li>• lösen geometrische und zahlentheoretische Probleme mittels Ringtheorie und Zahlentheorie;</li> <li>• sammeln und bewerten relevante Informationen und erkennen Zusammenhänge.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: Module Lineare Algebra I und II	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Mathematische Theorie / Grundlagen des Data Science (MTG) Bachelor of Science Data Science 20221 Nicht gewählte Vertiefungsrichtungen Bachelor of Science Data Science 20221	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur mit Übungsleistung	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur mit Übungsleistung (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 105 h Eigenstudium: 195 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	

15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• M. Artin: Algebra</li><li>• Fischer: Algebra</li><li>• N. Jacobson: Basic Algebra I, II + Skript</li><li>• S. Lang: Algebra</li></ul>

# Datenbanken und Wissensrepräsentation (DW)



1	<b>Modulbezeichnung</b> 43961	<b>Knowledge Discovery in Databases mit Übung</b> Knowledge discovery in databases with tutorial	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Knowledge Discovery in Databases (2.0 SWS) Übung: UeKDD (2.0 SWS)	- -
3	Lehrende	Dominik Probst Lucas Weber Anugya Sahu Karan Mahesh Pahlajani	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Richard Lenz	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Theoretical knowledge on:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Why data mining?</li> <li>• What is data mining?</li> <li>• A multi-dimensional view of data mining</li> <li>• What kinds of data can be mined?</li> <li>• What kinds of patterns can be mined?</li> <li>• What technologies are used?</li> <li>• What kinds of applications are targeted?</li> <li>• Major issues in data mining</li> <li>• A brief history of data mining</li> </ul> <p>Practical exercises on:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to Pandas &amp; scikit-learn</li> <li>• Data analysis &amp; data preprocessing</li> <li>• Frequent Pattern</li> <li>• Classification</li> <li>• Clustering</li> <li>• Outlier</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen den typischen KDD-Prozess;</li> <li>• kennen Verfahren zur Vorbereitung von Daten für das Data Mining;</li> <li>• definieren Distanz- oder Ähnlichkeits-Funktionen auf einem speziellen Datenbestand;</li> <li>• überprüfen Attribute eines Datensatzes auf ihre Bedeutung für die Analyse hin und transformieren ggf. Attributwerte geeignet;</li> <li>• wissen, wie ein typisches Data Warehouse aufgebaut ist;</li> <li>• kennen die Definition von Distanz- bzw. Ähnlichkeitsfunktionen für die verschiedenen Typen von Attributen;</li> <li>• sind vertraut mit dem Prinzip des Apriori-Algorithmus zur Bestimmung von Mengen häufiger Elemente (frequent itemsets);</li> <li>• kennen den FP-Growth-Algorithmus zum schnellen Auffinden von Mengen häufiger Elemente;</li> <li>• geben die Definitionen von Support und Confidence für Assoziationsregeln wieder;</li> <li>• beschreiben die Ermittlung von Assoziationsregeln auf der Basis von Mengen häufiger Elemente;</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• sind in der Lage, die Vorgehensweise bei Klassifikationsaufgaben darzustellen;</li> <li>• legen dar, wie ein Entscheidungsbaum auf einem Trainingsdatensatz erzeugt wird;</li> <li>• stellen das Prinzip der Bayes'schen Klassifikation dar;</li> <li>• zählen verschiedene Clustering-Verfahren auf;</li> <li>• beschreiben den Ablauf von k-Means-Clustering;</li> <li>• kennen die verschiedenen Arten von Ausreißern.</li> <li>• können die verschiedenen Schritte eines KDD Prozesses auch praktisch anwenden.</li> </ul> <p>The students:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• know the typical KDD process;</li> <li>• know procedures for the preparation of data for data mining;</li> <li>• know the definition of distance or similarity functions for the different kinds of attributes;</li> <li>• define distance and similarity functions for a particular dataset;</li> <li>• check attributes of a dataset for their meaning with reference to an analysis and transform attribute values accordingly, if required.</li> <li>• know how a typical data warehouse is structured;</li> <li>• are familiar with the principle of the Apriori algorithm for the identification of frequent itemsets;</li> <li>• know the FP-growth algorithm for a faster identification of frequent itemsets:</li> <li>• present the definitions of support and confidence for association rules;</li> <li>• describe the construction of association rules based on frequent itemsets;</li> <li>• are capable of describing the course of action in classification tasks;</li> <li>• present the construction of a decision tree based on a training dataset;</li> <li>• present the principle of Bayes' classification;</li> <li>• enumerate different clustering procedures;</li> <li>• describe the steps of k-means clustering;</li> <li>• know the different kinds of outliers.</li> <li>• are able to practically apply the various steps of a KDD process.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Aufbaumodule Informatik Bachelor of Science Data Science 20221</p> <p>Datenbanken und Wissensrepräsentation (DW) Bachelor of Science Data Science 20221</p> <p>Nicht gewählte Vertiefungsrichtungen Bachelor of Science Data Science 20221</p> <p>Wahlpflichtbereich Informatik Bachelor of Science Data Science 20221</p>

10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur mit MultipleChoice (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur mit MultipleChoice (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>The lecture is based on the following book:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ A. Géron, Hands-on machine learning with Scikit-Learn and TensorFlow : concepts, tools, and techniques to build intelligent systems, 2nd ed. OReilly Media, 2017, ISBN: 978-1491962299</li> <li>◦ H. Du, Data Mining Techniques and Applications: An Introduction. Cengage Learning EMEA, May 2010, p. 336, ISBN: 978-1844808915</li> <li>◦ I. H. Witten, E. Frank, M. A. Hall, et al., Data Mining, Fourth Edition: Practical Machine Learning Tools and Techniques, 4th. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 2016, ISBN: 0128042915</li> </ul> </li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 532733	<b>Künstliche Intelligenz II</b> Artificial intelligence II	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Artificial Intelligence II (4.0 SWS) Übung: Übungen zu Artificial Intelligence II (2.0 SWS)	- -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Dennis Müller PD Dr. Florian Rabe	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Michael Kohlhase
5	<b>Inhalt</b>	Dieses Modul beschäftigt sich mit den Grundlagen der Künstlichen Intelligenz (KI), insbesondere mit Techniken des Schließens unter Unsicherheit, des maschinellen Lernens und der Sprachverarbeitung. Das Modul baut auf dem Modul Künstliche Intelligenz I vom Wintersemester auf und führt dieses weiter.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fach- Lern- bzw. Methodenkompetenz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wissen: Die Studierenden lernen grundlegende Repräsentationsformalismen und Algorithmen der Künstlichen Intelligenz kennen.</li> <li>- Anwenden: Die Konzepte werden an Beispielen aus der realen Welt angewandt (Übungsaufgaben).</li> <li>- Analyse: Die Studierenden lernen über die Modellierung in der Maschine menschliche Intelligenzleistungen besser einzuschätzen.</li> </ul> <p>Sozialkompetenz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Studierenden arbeiten in Kleingruppen zusammen um kleine Projekte zu bewältigen.</li> </ul> <p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inferenz unter Unsicherheit</li> <li>• Bayessche Netzwerke</li> <li>• Rationale Entscheidungstheorie (MDPs and POMDPs)</li> <li>• Machinelles Learnend und Neuronale Netzwerke</li> <li>• Verarbeitung Natürlicher Sprache</li> </ul> <p>---</p> <p>This course covers the foundations of Artificial Intelligence (AI), in particular reasoning under uncertainty, machine learning and (if there is time) natural language understanding.</p> <p>This course builds on the course Artificial Intelligence I from the preceding winter semester and continues it.</p> <p>Learning Goals and Competencies</p> <p>Technical, Learning, and Method Competencies</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Knowledge: The students learn foundational representations and algorithms in AI.</li> <li>• Application: The concepts learned are applied to examples from the real world (homeworks ).</li> <li>• Analysis: By modeling human cognitive abilities, students learn to assess and understand human intelligence better.</li> <li>• Social Competences: Students work in small groups to solve the and machine learning challenge/competition.</li> </ul> <p>Contents:</p>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inference under Uncertainty</li> <li>• Bayesian Networks</li> <li>• Rational Decision Theory (MDPs and POMDPs)</li> <li>• Machine Learning and Neural Networks</li> <li>• Natural Language Processing</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Datenbanken und Wissensrepräsentation (DW) Bachelor of Science Data Science 20221 Maschinelles Lernen / Artificial Intelligence (AI) Bachelor of Science Data Science 20221 Nicht gewählte Vertiefungsrichtungen Bachelor of Science Data Science 20221
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Portfolio (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Portfolio (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Die Vorlesung folgt weitgehend dem Buch  Stuart Russell und Peter Norvig: Artificial Intelligence: A Modern Approach. Prentice Hall, 3rd edition, 2009.  Deutsche Ausgabe:  Stuart Russell und Peter Norvig: Künstliche Intelligenz: Ein Moderner Ansatz. Pearson-Studium, 2004 (Übersetzung der 2. Auflage).  ISBN: 978-3-8273-7089-1.  Literature  The course follows the following textbook: Stuart Russell and Peter Norvig: Artificial Intelligence: A Modern Approach. Prentice Hall, 3rd edition, 2009.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 806144	<b>Beschreibungslogik und formale Ontologien</b> Description Logics and Formal Ontologies	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Lutz Schröder	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Algorithmen für Aussagenlogik</li> <li>• Tableaurechnung</li> <li>• Anfänge der (endlichen) Modelltheorie</li> <li>• Modal- und Beschreibungslogiken</li> <li>• Ontologieentwurf</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p><b>Fachkompetenz</b> Wissen Die Studierenden geben Definitionen der Syntax und Semantik verschiedener Wissensrepräsentationssprachen wieder und legen wesentliche Eigenschaften hinsichtlich Entscheidbarkeit, Komplexität und Ausdrucksstärke dar.</p> <p><b>Anwenden</b> Die Studierenden wenden Deduktionsalgorithmen auf Beispielformeln an. Sie stellen einfache Ontologien auf und führen anhand der diskutierten Techniken Beweise elementarer logischer Metaeigenschaften.</p> <p><b>Analysieren</b> Die Studierenden klassifizieren Logiken nach grundlegenden Eigenschaften wie Ausdrucksstärke und Komplexität. Sie wählen für ein gegebenes Anwendungsproblem geeignete Formalismen aus.</p> <p><b>Lern- bzw. Methodenkompetenz</b> Die Studierenden erarbeiten selbständig formale Beweise.</p> <p><b>Sozialkompetenz</b> Die Studierenden arbeiten in Kleingruppen erfolgreich zusammen.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Datenbanken und Wissensrepräsentation (DW) Bachelor of Science Data Science 20221 Nicht gewählte Vertiefungsrichtungen Bachelor of Science Data Science 20221	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Portfolio	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Portfolio (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	

13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 165 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• M Krötzsch, F Simancik, I Horrocks; A description logic primer, arXiv, 2012</li> <li>• F. Baader et al. (ed.): The Description Logic Handbook, Cambridge University Press, 2003</li> <li>• M. Huth, M. Ryan: Logic in Computer Science, Cambridge University Press, 2004</li> <li>• L. Libkin: Elements of Finite Model Theory, Springer, 2004</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 894856	<b>Künstliche Intelligenz I</b> Artificial intelligence I	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Michael Kohlhase	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Dieses Modul beschäftigt sich mit den Grundlagen der Künstlichen Intelligenz (KI), insbesondere formale Wissensrepräsentation, Heuristische Suche, Automatisches Planen und Schliessen unter Unsicherheit.</p> <p>---</p> <p>This module covers the foundations of Artificial Intelligence (AI), in particular symbolic techniques based on search and inference.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wissen: Die Studierenden lernen grundlegende Repräsentationsformalismen und Algorithmen der Künstlichen Intelligenz kennen.</li> <li>- Anwenden: Die Konzepte werden an Beispielen aus der realen Welt angewandt (Übungsaufgaben).</li> <li>- Analyse: Die Studierenden lernen die über die modellierung in der Maschine menschliche Intelligenzleistungen besser einzuschätzen.</li> </ul> <p>Sozialkompetenz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Studierenden arbeiten in Kleingruppen zusammen um kleine Projekte zu bewältigen</li> </ul> <p>*Inhalt*:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Agentenmodelle als Grundlage der Künstlichen Intelligenz</li> <li>- Logisches Programmieren in Prolog</li> <li>- Heuristische Suche als Methode zur Problemlösung</li> <li>- Zwei-Agenten-Suche (automatisierung von Brettspielen) mittels heuristischer Suche</li> <li>- Constraint Solving/Propagation</li> <li>- Logische Sprachen für die Wissensrepräsentation</li> <li>- Inferenz and Automatisiertes Theorembeweisen (DPLL-Varianten und PL1)_</li> <li>- Classisches Planen</li> <li>- Planen und Agieren in der wirklichen Welt.</li> </ul> <p>---</p> <p>Technical, Learning, and Method Competencies</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Knowledge: The students learn foundational representations and algorithms in AI.</li> <li>- Application: The concepts learned are applied to examples from the real world (homeworks).</li> <li>- Analysis: By modeling human cognitive abilities, students learn to assess and understand human intelligence better.</li> <li>- Social Competences: Students work in small groups to solve an AI game-play challenge/competition (Kalah).</li> </ul>	



		<p>Contents: Foundations of symbolic AI, in particular:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Agent Models as foundation of AI</li> <li>- Logic Programming in Prolog</li> <li>- Heuristic Search as a method for problem solving</li> <li>- Adversarial Search (automating board games) via heuristic search</li> <li>- Constraint Solving/Propagation</li> <li>- Logical Languages for knowledge representation</li> <li>- Inference and automated theorem proving</li> <li>- Classical Planning</li> <li>- Planning and Acting in the real world.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Datenbanken und Wissensrepräsentation (DW) Bachelor of Science Data Science 20221</p> <p>Maschinelles Lernen / Artificial Intelligence (AI) Bachelor of Science Data Science 20221</p> <p>Nicht gewählte Vertiefungsrichtungen Bachelor of Science Data Science 20221</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Portfolio (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Portfolio (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Die Vorlesung folgt weitgehend dem Buch</p> <p>Stuart Russell und Peter Norvig: Artificial Intelligence: A Modern Approach. Prentice Hall, 3rd edition, 2009.</p> <p>Deutsche Ausgabe:</p> <p>Stuart Russell und Peter Norvig: Künstliche Intelligenz: Ein Moderner Ansatz. Pearson-Studium, 2004 (Übersetzung der 2. Auflage). ISBN: 978-3-8273-7089-1.</p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 984981	<b>Modallogik</b> Modal logic	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Lutz Schröder	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relationale Modallogiken</li> <li>• Ausdrucksstärke</li> <li>• Aximatisierung und Vollständigkeit</li> <li>• Entscheidbarkeit und Komplexität</li> <li>• Programmverifikation mittels dynamischer und temporaler Logiken</li> <li>• Modaler <math>\mu</math>-Kalkül</li> <li>• Koalgebraische Logik</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p><b>Fachkompetenz</b> Wissen Die Studierenden geben grundlegende Definitionen, Axiomatisierungen und Resultate aus der Metatheorie der Modallogik wieder.</p> <p><b>Anwenden</b> Die Studierenden führen beispielhaft Beweise in modallogischen Deduktionssystemen und wenden modallogische Schlussfolgerungsalgorithmen korrekt an. Sie instanziiieren gängige Vollständigkeitskriterien auf konkrete Modallogiken.</p> <p><b>Analysieren</b> Die Studierenden teilen Logiken gemäß ihrer metalogischen Eigenschaften wie Axiomatisierbarkeit, Entscheidbarkeit oder Komplexität ein; sie wählen für gegebene Anwendungszwecke geeignete Logiken aus.</p> <p><b>Erschaffen</b> Die Studierenden führen selbständig metatheoretische Beweise über Modallogiken.</p> <p><b>Lern- bzw. Methodenkompetenz</b> Die Studierenden erarbeiten selbständig formale Beweise.</p> <p><b>Sozialkompetenz</b> Die Studierenden arbeiten in Kleingruppen erfolgreich zusammen.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Datenbanken und Wissensrepräsentation (DW) Bachelor of Science Data Science 20221 Nicht gewählte Vertiefungsrichtungen Bachelor of Science Data Science 20221	

10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Unregelmäßig
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 56 h Eigenstudium: 169 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Sally Popkorn,  First Steps in Modal Logic , 314 pages, Cambridge University Press, 1994.</p> <p>Patrick Blackburn, Maarten de Rijke and Yde Venema,  Modal Logic , 554 pages, Cambridge University Press, 2001.</p> <p>Alexander Chagrov and Michael Zakharyashev,  Modal Logic , 605 pages, Oxford University Press, 1997.</p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47576	<b>Enterprise Application Development und Evolutionäre Informationssysteme</b> eBusiness technologies and evolutionary information systems	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Evolutionäre Informationssysteme (2.0 SWS)  Vorlesung: Enterprise Application Development (ehemals eBusiness Technologies) (2.0 SWS)	2,5 ECTS  2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Richard Lenz Nadja Deuerlein Florian Irmert	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Richard Lenz	
5	<b>Inhalt</b>	<p><b>EAD</b></p> <p>Themen u.a. aus den folgenden Bereichen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Softwareengineering wie z. B. Design Pattern</li> <li>• Softwarearchitektur wie z. B. Skalierbarkeit, Wartbarkeit und Erweiterbarkeit</li> <li>• Web Frameworks wie z. B. React</li> <li>• User Experience und Usability wie z. B. UI Guidelines</li> <li>• Agile Softwareentwicklung wie z. B. Scrum</li> <li>• DevOps wie z. B. Continuous Integration</li> </ul> <p><b>EIS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen rechnergestützter Informationssysteme und organisatorisches Lernen</li> <li>• Erfolgsfaktoren für Projekte</li> <li>• Software Wartung vs. Software Evolution</li> <li>• Architekturmodelle</li> <li>• Grundprinzipien evolutionärer Systeme</li> <li>• Datenqualität in Informationssystemen</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p><b>EAD:</b></p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können einen Überblick über die Entwicklung von Web-Applikationen geben</li> <li>• wiederholen Grundlagen des Webs, von Datenaustauschformaten und serverseitige Technologien</li> <li>• unterscheiden Herangehensweisen zur dynamischen Generierung von Webseiten</li> <li>• wiederholen Grundlagen des SW-Engineerings</li> <li>• verstehen wichtige Design-Patterns</li> <li>• verstehen die Bedeutung von Software-Architektur</li> <li>• verstehen grundlegende Eigenschaften eines Web-Frameworks</li> <li>• können wichtige Zusammenhänge und Kriterien im Bereich UX erläutern</li> <li>• verstehen agile Vorgehensmodelle zur Software-Entwicklung</li> </ul>	

- verstehen die Herausforderungen in Bezug auf den Betrieb von Anwendungen (DevOps)

**EIS:**

Die Studierenden:

- definieren die Begriffe "Informationssysteme", "evolutionäre Informationssysteme" und "organisatorisches Lernen"
- grenzen die Begriffe "Wissen" und "Information" gegeneinander ab
- charakterisieren die in der Vorlesung erläuterten Formen der organisatorischen Veränderung
- erklären das SEKI Modell nach Nonaka und Takeuchi
- nennen Beispiele für die in der Vorlesung behandelten Formen der Wissensrepräsentation in IT-Systemen
- nennen typische Erfolgs- und Risikofaktoren für große IT-Projekte
- erklären die Kraftfeldtheorie nach Kurt Lewin
- unterscheiden Typen von Software gemäß der Klassifikation nach Lehman und Belady
- unterscheiden die in der Vorlesung vorgestellten Arten der Software Wartung
- benennen die Gesetzmäßigkeiten der Software-Evolution nach Lehman und Belady
- bewerten die in der Vorlesung vorgestellten Vorgehensmodelle zur Softwareerstellung im Kontext der E-Typ-Software
- nennen die in der Vorlesung vorgestellten Aspekte der Evolutionsfähigkeit von Software
- erklären, wie die in der Vorlesung vorgestellten Methoden zur Trennung von Belangen beitragen
- erklären das Konzept des "Verzögerten Entwurfs"
- erklären die Vor- und Nachteile generischer Datenbankschemata am Beispiel von EAV und EAV/CR
- charakterisieren die in der Vorlesung vorgestellten Architekturkonzepte
- grenzen die in der Vorlesung vorgestellten Integrationsanforderungen gegeneinander ab
- erklären wie Standards zur Systemintegration beitragen und wo die Grenzen der Standardisierung liegen
- erklären das Prinzip eines Kommunikationsservers und der nachrichtenbasierten Integration
- erklären den Begriff "Prozessintegration"
- definieren den Begriff "Enterprise Application Integration" (EAI)
- unterscheiden die in der Vorlesung vorgestellten Integrationsansätze
- erklären die in der Vorlesung vorgestellten Dimensionen der Datenqualität
- unterscheiden die grundlegenden Messmethoden für Datenqualität
- erklären das Maßnahmenportfolio zur Verbesserung der Datenqualität nach Redman

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• benennen die in der Vorlesung vorgestellten Methoden zur Verbesserung der Datenqualität</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Programmieren in Java, Datenbanken (SQL)
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Datenbanken und Wissensrepräsentation (DW) Bachelor of Science Data Science 20221 Nicht gewählte Vertiefungsrichtungen Bachelor of Science Data Science 20221
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (60 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	
16	<b>Literaturhinweise</b>	siehe Lehrveranstaltungsbeschreibungen

# Maschinelles Lernen / Artificial Intelligence (AI)

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44130	<b>Pattern Recognition</b> Pattern recognition	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Mathematical foundations of machine learning based on the following classification methods:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bayesian classifier</li> <li>• Logistic Regression</li> <li>• Naive Bayes classifier</li> <li>• Discriminant Analysis</li> <li>• norms and norm dependent linear regression</li> <li>• Rosenblatt's Perceptron</li> <li>• unconstraint and constraint optimization</li> <li>• Support Vector Machines (SVM)</li> <li>• kernel methods</li> <li>• Expectation Maximization (EM) Algorithm and Gaussian Mixture Models (GMMs)</li> <li>• Independent Component Analysis (ICA)</li> <li>• Model Assessment</li> <li>• AdaBoost</li> </ul> <p>Mathematische Grundlagen der maschinellen Klassifikation am Beispiel folgender Klassifikatoren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bayes-Klassifikator</li> <li>• Logistische Regression</li> <li>• Naiver Bayes-Klassifikator</li> <li>• Diskriminanzanalyse</li> <li>• Normen und normabhängige Regression</li> <li>• Rosenblatts Perzeptron</li> <li>• Optimierung ohne und mit Nebenbedingungen</li> <li>• Support Vector Maschines (SVM)</li> <li>• Kernelmethode</li> <li>• Expectation Maximization (EM)-Algorithmus und Gaußsche Mischverteilungen (GMMs)</li> <li>• Analyse durch unabhängige Komponenten</li> <li>• Modellbewertung</li> <li>• AdaBoost</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die Struktur von Systemen zur maschinellen Klassifikation einfacher Muster</li> <li>• erläutern die mathematischen Grundlagen ausgewählter maschineller Klassifikatoren</li> <li>• wenden Klassifikatoren zur Lösung konkreter Klassifikationsproblem an</li> </ul>	



		<ul style="list-style-type: none"> <li>• beurteilen unterschiedliche Klassifikatoren in Bezug auf ihre Eignung</li> <li>• verstehen in der Programmiersprache Python geschriebene Lösungen von Klassifikationsproblemen und Implementierungen von Klassifikatoren</li> </ul> <p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand the structure of machine learning systems for simple patterns</li> <li>• explain the mathematical foundations of selected machine learning techniques</li> <li>• apply classification techniques in order to solve given classification tasks</li> <li>• evaluate various classifiers with respect to their suitability to solve the given problem</li> <li>• understand solutions of classification problems and implementations of classifiers written in the programming language Python</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Well grounded in probability calculus, linear algebra/matrix calculus</li> <li>• The attendance of our bachelor course 'Introduction to Pattern Recognition' is not required but certainly helpful.</li> <li>• Gute Kenntnisse in Wahrscheinlichkeitsrechnung und Linearer Algebra/Matrizenrechnung</li> <li>• Der Besuch der Bachelor-Vorlesung 'Introduction to Pattern Recognition' ist zwar keine Voraussetzung, aber sicherlich von Vorteil.</li> </ul>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Maschinelles Lernen / Artificial Intelligence (AI) Bachelor of Science Data Science 20221 Nicht gewählte Vertiefungsrichtungen Bachelor of Science Data Science 20221
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch oder Englisch Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Richard O. Duda, Peter E. Hart, David G. Stock: Pattern Classification, 2nd edition, John Wiley&amp;Sons, New York, 2001</li> </ul>

- |  |   |
|--|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman: The Elements of Statistical Learning - Data Mining, Inference, and Prediction, 2nd edition, Springer, New York, 2009</li><li>• Christopher M. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, New York, 2006</li></ul> |
|--|---|

1	<b>Modulbezeichnung</b> 95067	<b>Machine Learning for Engineers I - Introduction to Methods and Tools</b> Machine learning for engineers I - Introduction to methods and tools	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Machine Learning for Engineers I: Introduction to Methods and Tools (0.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Björn Eskofier Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke Prof. Dr. Nico Hanenkamp Thomas Altstidl	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Thomas Altstidl Prof. Dr. Björn Eskofier
5	<b>Inhalt</b>	This is an introductory course presenting fundamental algorithms of machine learning (ML) that are typically applied to data science problems. Knowledge is deepened by two practical exercises to gain hands-on experience. The course covers <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to Python programming in the field of data science</li> <li>• Review of typical task domains (such as regression, classification and dimensionality reduction)</li> <li>• Theoretical understanding of widely used machine learning methods (such as linear and logistic regression, support vector machines (SVM), principal component analysis (PCA) and deep neural networks (DNN))</li> <li>• Practical application of these machine learning methods on engineering problems</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	After successfully participating in this course, students should be able to <ul style="list-style-type: none"> <li>• independently recognize the task domain at hand for new applications</li> <li>• select a suitable and promising machine learning methodology based on their known theoretical properties</li> <li>• apply the chosen methodology to the given problem using Python</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Maschinelles Lernen / Artificial Intelligence (AI) Bachelor of Science Data Science 20221 Nicht gewählte Vertiefungsrichtungen Bachelor of Science Data Science 20221 Wahlpflichtmodul Machine Learning Bachelor of Science Data Science 20221
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur Electronic exam (online), 90min

11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 0 h Eigenstudium: 150 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) Machine Learning: A Probabilistic Perspective, Kevin Murphy, MIT Press, 2012</li> <li>2) The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction, Trevor Hastie, Robert Tibshirani, and Jerome Friedman, Springer, 2009</li> <li>3) Deep Learning, Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, and Aaron Courville, MIT Press, 2016</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 532733	<b>Künstliche Intelligenz II</b> Artificial intelligence II	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Artificial Intelligence II (4.0 SWS) Übung: Übungen zu Artificial Intelligence II (2.0 SWS)	- -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Dennis Müller PD Dr. Florian Rabe	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Michael Kohlhase
5	<b>Inhalt</b>	Dieses Modul beschäftigt sich mit den Grundlagen der Künstlichen Intelligenz (KI), insbesondere mit Techniken des Schließens unter Unsicherheit, des maschinellen Lernens und der Sprachverarbeitung. Das Modul baut auf dem Modul Künstliche Intelligenz I vom Wintersemester auf und führt dieses weiter.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fach- Lern- bzw. Methodenkompetenz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wissen: Die Studierenden lernen grundlegende Repräsentationsformalismen und Algorithmen der Künstlichen Intelligenz kennen.</li> <li>- Anwenden: Die Konzepte werden an Beispielen aus der realen Welt angewandt (Übungsaufgaben).</li> <li>- Analyse: Die Studierenden lernen über die Modellierung in der Maschine menschliche Intelligenzleistungen besser einzuschätzen.</li> </ul> <p>Sozialkompetenz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Studierenden arbeiten in Kleingruppen zusammen um kleine Projekte zu bewältigen.</li> </ul> <p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inferenz unter Unsicherheit</li> <li>• Bayessche Netzwerke</li> <li>• Rationale Entscheidungstheorie (MDPs and POMDPs)</li> <li>• Machinelles Lernen und Neuronale Netzwerke</li> <li>• Verarbeitung Natürlicher Sprache</li> </ul> <p>---</p> <p>This course covers the foundations of Artificial Intelligence (AI), in particular reasoning under uncertainty, machine learning and (if there is time) natural language understanding.</p> <p>This course builds on the course Artificial Intelligence I from the preceding winter semester and continues it.</p> <p>Learning Goals and Competencies</p> <p>Technical, Learning, and Method Competencies</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Knowledge: The students learn foundational representations and algorithms in AI.</li> <li>• Application: The concepts learned are applied to examples from the real world (homeworks ).</li> <li>• Analysis: By modeling human cognitive abilities, students learn to assess and understand human intelligence better.</li> <li>• Social Competences: Students work in small groups to solve the and machine learning challenge/competition.</li> </ul> <p>Contents:</p>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inference under Uncertainty</li> <li>• Bayesian Networks</li> <li>• Rational Decision Theory (MDPs and POMDPs)</li> <li>• Machine Learning and Neural Networks</li> <li>• Natural Language Processing</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Datenbanken und Wissensrepräsentation (DW) Bachelor of Science Data Science 20221 Maschinelles Lernen / Artificial Intelligence (AI) Bachelor of Science Data Science 20221 Nicht gewählte Vertiefungsrichtungen Bachelor of Science Data Science 20221
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Portfolio (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Portfolio (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Die Vorlesung folgt weitgehend dem Buch  Stuart Russell und Peter Norvig: Artificial Intelligence: A Modern Approach. Prentice Hall, 3rd edition, 2009.  Deutsche Ausgabe:  Stuart Russell und Peter Norvig: Künstliche Intelligenz: Ein Moderner Ansatz. Pearson-Studium, 2004 (Übersetzung der 2. Auflage).  ISBN: 978-3-8273-7089-1.  Literature  The course follows the following textbook: Stuart Russell and Peter Norvig: Artificial Intelligence: A Modern Approach. Prentice Hall, 3rd edition, 2009.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 894856	<b>Künstliche Intelligenz I</b> Artificial intelligence I	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Michael Kohlhase	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Dieses Modul beschäftigt sich mit den Grundlagen der Künstlichen Intelligenz (KI), insbesondere formale Wissensrepräsentation, Heuristische Suche, Automatisches Planen und Schliessen unter Unsicherheit.</p> <p>---</p> <p>This module covers the foundations of Artificial Intelligence (AI), in particular symbolic techniques based on search and inference.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wissen: Die Studierenden lernen grundlegende Repräsentationsformalismen und Algorithmen der Künstlichen Intelligenz kennen.</li> <li>- Anwenden: Die Konzepte werden an Beispielen aus der realen Welt angewandt (Übungsaufgaben).</li> <li>- Analyse: Die Studierenden lernen die über die modellierung in der Maschine menschliche Intelligenzleistungen besser einzuschätzen.</li> </ul> <p>Sozialkompetenz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Studierenden arbeiten in Kleingruppen zusammen um kleine Projekte zu bewältigen</li> </ul> <p>*Inhalt*:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Agentenmodelle als Grundlage der Künstlichen Intelligenz</li> <li>- Logisches Programmieren in Prolog</li> <li>- Heuristische Suche als Methode zur Problemlösung</li> <li>- Zwei-Agenten-Suche (automatisierung von Brettspielen) mittels heuristischer Suche</li> <li>- Constraint Solving/Propagation</li> <li>- Logische Sprachen für die Wissensrepräsentation</li> <li>- Inferenz and Automatisiertes Theorembeweisen (DPLL-Varianten und PL1)_</li> <li>- Classisches Planen</li> <li>- Planen und Agieren in der wirklichen Welt.</li> </ul> <p>---</p> <p>Technical, Learning, and Method Competencies</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Knowledge: The students learn foundational representations and algorithms in AI.</li> <li>- Application: The concepts learned are applied to examples from the real world (homeworks).</li> <li>- Analysis: By modeling human cognitive abilities, students learn to assess and understand human intelligence better.</li> <li>- Social Competences: Students work in small groups to solve an AI game-play challenge/competition (Kalah).</li> </ul>	

		<p>Contents: Foundations of symbolic AI, in particular:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Agent Models as foundation of AI</li> <li>- Logic Programming in Prolog</li> <li>- Heuristic Search as a method for problem solving</li> <li>- Adversarial Search (automating board games) via heuristic search</li> <li>- Constraint Solving/Propagation</li> <li>- Logical Languages for knowledge representation</li> <li>- Inference and automated theorem proving</li> <li>- Classical Planning</li> <li>- Planning and Acting in the real world.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Datenbanken und Wissensrepräsentation (DW) Bachelor of Science Data Science 20221</p> <p>Maschinelles Lernen / Artificial Intelligence (AI) Bachelor of Science Data Science 20221</p> <p>Nicht gewählte Vertiefungsrichtungen Bachelor of Science Data Science 20221</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Portfolio (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Portfolio (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Die Vorlesung folgt weitgehend dem Buch</p> <p>Stuart Russell und Peter Norvig: Artificial Intelligence: A Modern Approach. Prentice Hall, 3rd edition, 2009.</p> <p>Deutsche Ausgabe:</p> <p>Stuart Russell und Peter Norvig: Künstliche Intelligenz: Ein Moderner Ansatz. Pearson-Studium, 2004 (Übersetzung der 2. Auflage). ISBN: 978-3-8273-7089-1.</p>



# Simulation und Numerik (SN)

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65254	<b>Mathematische Modellierung Theorie</b> Mathematical modelling theory	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	apl. Prof. Dr. Serge Kräutle	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Handwerkszeuge der mathematischen Modellierung: Dimensionsanalyse, asymptotische Entwicklung, Stabilitäts-, Sensitivitätsbetrachtungen, Existenz und Nichtnegativität von Lösungen</li> <li>Modelle in Form von linearen Gleichungssystemen (elektrische Netzwerke, Stabwerke, Zusammenhang zu Minimierungsaufgaben), nicht-linearen Gleichungssystemen (chemisches Gleichgewicht in reaktiven Mehrspeziessystemen), Anfangswertaufgaben für gewöhnliche Differentialgleichungen (chemische Reaktionen, Populationsmodelle)</li> </ul> <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>nennen und erklären die grundlegenden und vertiefenden Begriffe mathematischer Modellierung und verwenden die zugehörigen Prinzipien;</li> <li>erstellen und bewerten, auf Basis exemplarischer Kenntnisse aus Ingenieur- und Naturwissenschaften, deterministische Modelle in Form von Gleichungssystemen und gewöhnlichen Differentialgleichungen selbstständig;</li> <li>lösen vorgegebene Aufgaben mit analytischen / numerischen Methoden und diskutieren die Ergebnisse kritisch.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: <ul style="list-style-type: none"> <li>Teilnahme am Modul nur in Kombination mit dem Modul Mathematische Modellierung Praxis</li> <li>Module Analysis und Lineare Algebra oder Module einer zwei-semesterigen Mathematikgrundausbildung für nicht-mathematische Studiengänge, Modul Numerische Mathematik, Modul Gewöhnliche Differentialgleichungen empfohlen</li> </ul>	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Nicht gewählte Vertiefungsrichtungen Bachelor of Science Data Science 20221 Simulation und Numerik (SN) Bachelor of Science Data Science 20221	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich (15 Minuten)	

11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ch. Eck, H. Garcke, P. Knabner: Mathematische Modellierung; Springer-Verlag, 2. Auflage, Berlin, 2011</li> <li>• F. Hauser, Y. Luchko: Mathematische Modellierung mit MATLAB; Spektrum Akademischer Verlag, 2011</li> <li>• G. Strang: Introduction to Applied Mathematics; Wellesley-Cambridge Press, Wellesley, 1986</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65255	<b>Mathematische Modellierung Praxis</b> Mathematical modelling practical	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	apl. Prof. Dr. Serge Kräutle	
5	<b>Inhalt</b>		
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bearbeiten Modellierungsprojekte im Team;</li> <li>• modellieren Alltagsprobleme, lösen sie mit analytischen / numerischen Methoden und diskutieren die Ergebnisse kritisch;</li> <li>• prägen Problemlösungskompetenz aus;</li> <li>• erwerben Schlüsselkompetenzen: prägen durch die Projektarbeit Teammanagement aus, sind durch Berichterstattung in den Projekten zu Vortragspräsentation und wissenschaftlichem Schreiben befähigt.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>empfohlen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilnahme am Modul nur in Kombination mit dem Modul Mathematische Modellierung Theorie</li> <li>• Module Analysis und Lineare Algebra oder Module einer zwei-semesterigen Mathematikgrundausbildung für nicht-mathematische Studiengänge, Modul Numerische Mathematik, Modul Gewöhnliche Differentialgleichungen</li> </ul>	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Nicht gewählte Vertiefungsrichtungen Bachelor of Science Data Science 20221  Simulation und Numerik (SN) Bachelor of Science Data Science 20221  Wahlpflichtmodul Projekt Data Sciences Bachelor of Science Data Science 20221</p>	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminararbeit+Vortrag	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminararbeit+Vortrag (0%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	

16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ch. Eck, H. Garcke, P. Knabner: Mathematische Modellierung; Springer-Verlag, 2. Auflage, Berlin, 2011</li><li>• F. Hauser, Y. Luchko: Mathematische Modellierung mit MATLAB; Spektrum Akademischer Verlag, 2011</li><li>• G. Strang: Introduction to Applied Mathematics; Wellesley-Cambridge Press, Wellesley 1986</li></ul>
----	--------------------------	---

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97090	<b>Simulation und Modellierung I</b> Simulation and modelling I	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Reinhard German	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Das Modul vermittelt die Grundlagen der diskreten Ereignissimulation und beinhaltet</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• diskrete Simulation</li> <li>• analytische Modellierung (z.B. Warteschlangen)</li> <li>• Eingabemodellierung (z.B. Fitting-Verfahren)</li> <li>• Zufallszahlenerzeugung</li> <li>• statistische Ausgabeanalyse</li> <li>• Modellierungsparadigmen (u.a. Ereignis-/Prozessorientierung, Warteschlangen, Automaten, Petri-Netze, UML, graphische Bausteine)</li> <li>• kontinuierliche und hybride Simulation</li> <li>• Simulationssoftware</li> <li>• Fallstudien</li> </ul> <p>Content: Overview of the various kinds of simulation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• discrete simulation (computational concepts, simulation of queuing systems, simulation in Java, professional simulation tools)</li> <li>• required probability concepts and statistics, modeling paradigms (e.g., event/process oriented, queuing systems, Petri nets, UML statecharts)</li> <li>• input modeling (selecting input probability distributions)</li> <li>• random number generation (linear congruential generators and variants, generating random variates)</li> <li>• output analysis (warm-up period detection, independent replications, result presentation)</li> <li>• continuous and hybrid simulation (differential equations, numerical solution, hybrid statecharts)</li> <li>• simulation software, case studies, parallel and distributed simulation.</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erwerben Kenntnisse über Verfahren und Realisierungsmöglichkeiten der diskreten Simulation mit Ausblick auf andere Simulationsarten</li> <li>• erwerben Kenntnisse über statistische Aspekte der Simulation, die für die Anwendung wichtig sind</li> <li>• wenden statistische Methoden zur Analyse und Bewertung von Eingabe- sowie Ausgabedaten an</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>erwerben praktische Erfahrung mit kommerziellen Simulationswerkzeugen</li> <li>erwerben Erfahrungen bei der Simulation in verschiedenen Anwendungsbereichen (u.a. Rechnernetze, Fertigungssysteme, Materialflusssysteme)</li> <li>entwickeln eigenständig anhand von Beispielaufgaben Simulationsmodelle unter Verwendung verschiedener Modellierungsparadigmen</li> <li>können in Gruppen kooperativ und verantwortlich arbeiten</li> </ul> <p>Learning targets and competences: Students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>gain knowledge about methods and realization possibilities of discrete simulation with an outlook on other types of simulation</li> <li>gain knowledge of statistical aspects of simulation that are important for practice</li> <li>apply statistical methods for analysis and evaluation of input and output data</li> <li>gain hands-on experience with commercial simulation tools</li> <li>gain experience in simulation in various fields of application (including computer networks, manufacturing systems, material flow systems)</li> <li>independently develop simulation models on the basis of sample tasks using different modeling paradigms</li> <li>can work in groups cooperatively and responsibly</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>elementare Programmierkenntnisse, vorzugsweise in Java, Mathematikkennnisse in Analysis, wie z.B. im 1. Semester der angewandten Mathematik vermittelt</p> <p>Recommended background knowledge: basic programming skills, preferably in Java, mathematics skills in analysis, such as taught in the first semester in applied mathematics.</p>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Nicht gewählte Vertiefungsrichtungen Bachelor of Science Data Science 20221</p> <p>Simulation und Numerik (SN) Bachelor of Science Data Science 20221</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>Klausur (90 Minuten)</p> <p>Prüfungsleistung/examination: Klausur, benotet, 5 ETCS/written exam, graded, 5 ETCS</p> <p>Dauer (in Minuten)/duration (in minutes): 90</p> <p>Anteil an der Berechnung der Modulnote/Share in the calculation of the module grade: 100.0 %</p> <p>Die im Rahmen der Übung gestellten (zwei)wöchentlichen Übungsaufgaben müssen bestanden werden, um das Gesamtmodul anrechnen lassen zu können. Die Übung gilt als bestanden, wenn mindestens 50% der Punkte korrekt bearbeitet wurden. Die Bearbeitung erfolgt in Gruppen von 3 oder 4 Studenten. Die Abgabe erfolgt in Präsenz zu dedizierten Übungsterminen. Werden mindestens 75% der Punkte erreicht, werden der bestandenen schriftlichen Prüfung</p>

		<p>Bonuspunkte entsprechend einer Notenstufe (-0.3 oder -0.4 in der Endnote) hinzugefügt.</p> <p>-----</p> <p>The (bi-)weekly exercise tasks must be passed in order to receive credit for the entire module. The exercise is considered to be passed if at least 50% of the points have been correctly processed. The work is done in groups of 3 or 4 students. The submission is done in presence on dedicated exercise dates. If at least 75% of the points are achieved, bonus points corresponding to one grade level (-0.3 or -0.4 in the final grade) will be added to the passed written examination.</p>
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Law, "Simulation Modeling and Analysis, 5th ed., McGraw Hill, 2014



1	<b>Modulbezeichnung</b> 858896	<b>Modellierung, Optimierung und Simulation von Energiesystemen</b> Modeling, optimization and simulation of energy systems	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Marco Pruckner
5	<b>Inhalt</b>	In der Vorlesung Modellierung, Optimierung und Simulation von Energiesystemen werden systemtechnische Planungs- und Analysemethoden behandelt, die zur Lösung komplexer und interdisziplinärer Entscheidungsaufgaben in der Energiewirtschaft eingesetzt werden. Dabei werden die wichtigsten Methoden und Verfahren anhand praktischer Fragestellungen (z.B. Ausbau erneuerbarer Energien, Zunahme der Elektromobilität) aus der energiepolitischen Planung vermittelt und die Bewältigung technisch-ökonomischer Probleme verdeutlicht. Zu den eingesetzten Tools zählen die Statistiksoftware R, AnyLogic und IpSolve. Vorkenntnisse im Umgang mit diesen Werkzeugen ist nicht zwingend erforderlich. In den Übungen werden Einführungen in die genannten Softwarepakete gegeben.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• unterscheiden Probleme und Herausforderungen, die mit dem Energieumstieg verbunden sind,</li> <li>• erfassen die Vorteile und die Anwendungsmöglichkeiten computergestützter Planungsmethoden im Energiebereich,</li> <li>• analysieren verschiedene Problemstellungen und setzen Lösungen dafür um,</li> <li>• erlernen verschiedene Methoden der Datenanalyse, Optimierung und Simulation.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Nicht gewählte Vertiefungsrichtungen Bachelor of Science Data Science 20221 Simulation und Numerik (SN) Bachelor of Science Data Science 20221
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Portfolio
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Portfolio (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester

13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch Deutsch oder Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 981660	<b>Simulation und Wissenschaftliches Rechnen</b> Simulation and scientific computing 1	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Christoph Pflaum Prof. Dr. Ulrich Rude	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Performance Optimierung für numerische Algorithmen</li> <li>• OpenMP Parallelisierung</li> <li>• Finite Differenzen Diskretisierung im Ort</li> <li>• Praktische Abschätzung des Diskretisierungsfehlers und der Konvergenzgeschwindigkeit numerischer Verfahren</li> <li>• Software Entwicklung im Bereich des wissenschaftlichen Rechnens</li> <li>• MPI Parallelisierung</li> <li>• Finite Differenzen Diskretisierung für zeitabhängige Probleme</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• lernen Techniken zur Optimierung von Algorithmen im Bereich des wissenschaftlichen Rechnens</li> <li>• lernen selbständig Algorithmen auf Parallelrechnern zu implementieren und zu optimieren</li> <li>• lernen theoretisch die Stabilität von numerischen Algorithmen zu untersuchen</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Voraussetzung ist ein Modul im Bereich Numerik	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Nicht gewählte Vertiefungsrichtungen Bachelor of Science Data Science 20221 Simulation und Numerik (SN) Bachelor of Science Data Science 20221	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Portfolio	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Portfolio (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	

16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lehrbuch: G. Hager und G. Wellein, Introduction to High Performance Computing for Scientists and Engineers, CRC Press, 2010.</li><li>• Lehrbuch: Goedecker und Adolfo Hoisie. Performance Optimization of Numerically Intensive Codes, SIAM, 2001.</li><li>• Lehrbuch: Gropp, Lusk, Skjellum, Using MPI. The MIT Press, 1999.</li><li>• Lehrbuch: Alexandrescu, Modern C++ Design, Generic Programming and Design Patterns. Addison-Wesley, 2001.</li><li>• Lehrbuch: Burden, Faires, Numerical Analysis, Brooks, 2001.</li><li>• Lehrbuch: Chandra et. al., Programming in OpenMP, Academic Press, 2001.</li></ul>
----	--------------------------	---

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65231	<b>Diskretisierung und numerische Optimierung</b> Discretisation and numerical optimisation	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	<p>Vorlesung: Diskretisierung und numerische Optimierung (Querschnittmodul) (4.0 SWS)</p> <p>Übung: Übungen zu Diskretisierung und numerische Optimierung (Querschnittmodul) (2.0 SWS)</p> <p>Tutorium: Tutorium zu Diskretisierung und numerische Optimierung (Querschnittmodul) (2.0 SWS)</p> <p>Übung: Programmier-Kurs zur Diskretisierung und Numerischen Optimierung (2.0 SWS)</p>	<p>10 ECTS</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>-</p>
3	Lehrende	Prof. Dr. Daniel Tenbrinck	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Eberhard Bänsch	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Teil 1: Diskretisierung Ein- und Mehrschrittverfahren für Anfangswertaufgaben gewöhnlicher Differentialgleichungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• explizite und implizite Runge-Kutta-Verfahren, BDF, Extrapolation</li> <li>• asymptotische Stabilität (Nullstabilität), Konsistenz, Konvergenz</li> <li>• Steifheit und Stabilität bei fester Schrittweite</li> <li>• Schrittweiten- und Ordnungsadaptivität</li> <li>• Randwertaufgaben für gewöhnliche Differentialgleichungen</li> <li>• Einführung in Finite-Element-Verfahren</li> </ul> <p>Teil 2: Unrestringierte Optimierung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abstiegsverfahren</li> <li>• CG-Verfahren (mit Vorkonditionierung, CG-Newton)</li> <li>• Quadratische Optimierungsprobleme</li> <li>• Penalty- und Barriereverfahren</li> </ul> <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verwenden algorithmische Zugänge zu Problemen, die mittels gewöhnlicher Differentialgleichungen beschrieben werden können oder von unrestringierten, endlichdimensionalen Optimierungsproblemen herkommen, und erklären und bewerten diese;</li> <li>• urteilen über die Stabilität und Effizienz eines numerischen Verfahrens;</li> <li>• setzen mit eigener oder gegebener Software Verfahren um und bewerten deren Ergebnisse kritisch;</li> <li>• erläutern und verwenden ein breites Problem- und Verfahrensspektrum: Differenzenverfahren für Anfangs- und Randwertaufgaben, Finite-Element-Verfahren für 2-Punkt-Randwertaufgaben</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• übertragen die erlangten Fachkompetenzen auf die Behandlung partieller Differentialgleichungen, Abstiegs- und CG-Verfahren bis zum Barriereverfahren;</li> <li>• sammeln und bewerten relevante Informationen und erkennen Zusammenhänge.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analysis</li> <li>• Lineare Algebra</li> <li>• Programmierung</li> <li>• Einführung Numerik</li> </ul>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Simulation und Numerik (SN) Bachelor of Science Data Science 20221 Wahlpflichtbereich Mathematik Bachelor of Science Data Science 20221
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Übungsleistung Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Übungsleistung (0%) Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 180 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• P. Deuffhard und F. Bornemann: Numerische Mathematik II; de Gruyter, Berlin 2002</li> <li>• J. Stoer und R. Bulirsch: Numerische Mathematik II; Springer, Berlin, 2005</li> <li>• K. Strehmel und R. Weiner: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen; Teubner, Stuttgart 1995</li> <li>• A. Quarteroni, R. Sacco und F. Saleri: Numerische Mathematik I, II; Springer, Berlin 2002</li> <li>• Vorlesungsskriptum auf der Homepage des Bereichs Modellierung, Simulation und Optimierung des Departments Mathematik (laufend aktualisiert)</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97277	<b>Geometrische numerische Integration</b> Geometric numerical integration	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Geometric Numerical Integration (2.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Rodrigo Sato Martin de Almagro	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integration of ordinary differential equations</li> <li>• Numerical integration</li> <li>• Conservation of first integrals (linear and quadratic invariants)</li> <li>• Symplectic integration of Hamiltonian systems</li> <li>• Variational integrators</li> <li>• Error analysis</li> </ul> <p>In this lecture, numerical methods that preserve the geometric properties of the flow of a differential equation are presented. First, basic concepts of integration theory such as consistency and convergence are repeated. Several numerical integration methods (Runge-Kutta methods, collocation methods, partitioned methods, composition and splitting methods) are introduced. Conditions for the preservation of first integrals are derived and proven. After a brief introduction into symmetric methods, symplectic integrators for Lagrange and Hamilton systems are considered. Basic concepts such as Hamilton's principle, symplecticity, and Noether's theorem are introduced. A discrete formulation leads to the class of variational integrators which is equivalent to the class of symplectic methods. The symplecticity leads to a more accurate long-time integration which is proven by concepts of backward error analysis and is demonstrated by means of numerical examples.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz Wissen The students are familiar with Lagrange systems and Hamiltonian systems and Hamilton's principle know the terms ordinary differential equation and analytic solution are familiar with consistency and convergence of a discrete evolution know standard integrators to solve ordinary differential equations numerically (Runge-Kutta methods, collocation methods, composition and splitting methods) know symmetric integrators are familiar with the terms first integrals and quadratic invariants are familiar with Noether's theorem and symplecticity of the Hamilton flow know symplectic integrators/variational integrators know conservation properties of symplectic/variational integrators are familiar with variational error analysis and backward error analysis</p> <p>Anwenden The students derive Lagrange- and Hamilton's equations</p>

		determine invariants of dynamical systems implement numerical integrators and solve the ordinary differential equations numerically analyse the numerical solutions regarding accuracy, conservation of invariants, convergence, symmetry
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Simulation und Numerik (SN) Bachelor of Science Data Science 20221
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• E. Hairer, G. Wanner and C. Lubich, Geometric Numerical Integration: Structure-Preserving Algorithms for Ordinary Differential Equations. Springer, 2006.</li> <li>• E. Hairer, S. Nørsett, and G. Wanner, Solving ordinary differential equations. I Nonstiff problems. Springer, 1993.</li> <li>• E. Hairer and G. Wanner, Solving ordinary differential equations. II Stiff and differential-algebraic problems. Springer, 2010.</li> <li>• J. E. Marsden and M. West, Discrete mechanics and variational integrators. Acta Numerica, 2001.</li> <li>• E. Hairer, C. Lubich and G. Wanner. Geometric numerical integration illustrated by the StörmerVerlet method. Acta Numerica, 2003.</li> <li>• E. Süli and D. F. Mayers, An Introduction to Numerical Analysis. Cambridge University Press, 2003.</li> </ul>



1	<b>Modulbezeichnung</b> 65790	<b>Differentialgleichungsmodelle</b> Differential Equation Models	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Differentialgleichungsmodelle (2.0 SWS) Übung: Übungen zu Differentialgleichungsmodelle (2.0 SWS)	- -
3	Lehrende	Dr. Alexander Prechtel apl. Prof. Dr. Wilhelm Merz	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Peter Knabner
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematische Biologie: Modelle aus GDG (gewöhnliche Differentialgleichungen) oder PDG (partielle Differentialgleichungen)</li> <li>• Numerische Verfahren für Anfangswertaufgaben für GDG</li> <li>• Softwarenutzung zur Netzwerksimulation</li> <li>• Diffusionsgleichung stationär und instationär</li> <li>• Transportgleichung und Konvektions- Diffusionsgleichung.</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können numerische Verfahren für gewöhnliche Differentialgleichungen in den Grundlagen erklären, sodass sie Simulationen mit gegebener Software kritisch bewerten können;</li> <li>• können mit der in der Übung verwendeten Software zielorientiert umgehen;</li> <li>• beherrschen die Modelle aus partiellen Differentialgleichungen soweit, dass sie biologische Phänomene einem Gleichungstyp zuordnen können.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 4
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Simulation und Numerik (SN) Bachelor of Science Data Science 20221
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Studienleistung Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Studienleistung (0%) Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 56 h Eigenstudium: 94 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsskript zu diesem Modul</li> </ul>

- |  |   |
|--|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Eck, Ch., Garcke, H., Knabner, P, Mathematische Modellierung, Springer, 2008</li><li>• Lehrbücher der mathematischen Biologie</li></ul> |
|--|---|

# Nicht gewählte Vertiefungsrichtungen

1	<b>Modulbezeichnung</b> 43961	<b>Knowledge Discovery in Databases mit Übung</b> Knowledge discovery in databases with tutorial	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Knowledge Discovery in Databases (2.0 SWS) Übung: UeKDD (2.0 SWS)	- -
3	Lehrende	Dominik Probst Lucas Weber Anugya Sahu Karan Mahesh Pahlajani	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Richard Lenz	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Theoretical knowledge on:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Why data mining?</li> <li>• What is data mining?</li> <li>• A multi-dimensional view of data mining</li> <li>• What kinds of data can be mined?</li> <li>• What kinds of patterns can be mined?</li> <li>• What technologies are used?</li> <li>• What kinds of applications are targeted?</li> <li>• Major issues in data mining</li> <li>• A brief history of data mining</li> </ul> <p>Practical exercises on:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to Pandas &amp; scikit-learn</li> <li>• Data analysis &amp; data preprocessing</li> <li>• Frequent Pattern</li> <li>• Classification</li> <li>• Clustering</li> <li>• Outlier</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen den typischen KDD-Prozess;</li> <li>• kennen Verfahren zur Vorbereitung von Daten für das Data Mining;</li> <li>• definieren Distanz- oder Ähnlichkeits-Funktionen auf einem speziellen Datenbestand;</li> <li>• überprüfen Attribute eines Datensatzes auf ihre Bedeutung für die Analyse hin und transformieren ggf. Attributwerte geeignet;</li> <li>• wissen, wie ein typisches Data Warehouse aufgebaut ist;</li> <li>• kennen die Definition von Distanz- bzw. Ähnlichkeitsfunktionen für die verschiedenen Typen von Attributen;</li> <li>• sind vertraut mit dem Prinzip des Apriori-Algorithmus zur Bestimmung von Mengen häufiger Elemente (frequent itemsets);</li> <li>• kennen den FP-Growth-Algorithmus zum schnellen Auffinden von Mengen häufiger Elemente;</li> <li>• geben die Definitionen von Support und Confidence für Assoziationsregeln wieder;</li> <li>• beschreiben die Ermittlung von Assoziationsregeln auf der Basis von Mengen häufiger Elemente;</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• sind in der Lage, die Vorgehensweise bei Klassifikationsaufgaben darzustellen;</li> <li>• legen dar, wie ein Entscheidungsbaum auf einem Trainingsdatensatz erzeugt wird;</li> <li>• stellen das Prinzip der Bayes'schen Klassifikation dar;</li> <li>• zählen verschiedene Clustering-Verfahren auf;</li> <li>• beschreiben den Ablauf von k-Means-Clustering;</li> <li>• kennen die verschiedenen Arten von Ausreißern.</li> <li>• können die verschiedenen Schritte eines KDD Prozesses auch praktisch anwenden.</li> </ul> <p>The students:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• know the typical KDD process;</li> <li>• know procedures for the preparation of data for data mining;</li> <li>• know the definition of distance or similarity functions for the different kinds of attributes;</li> <li>• define distance and similarity functions for a particular dataset;</li> <li>• check attributes of a dataset for their meaning with reference to an analysis and transform attribute values accordingly, if required.</li> <li>• know how a typical data warehouse is structured;</li> <li>• are familiar with the principle of the Apriori algorithm for the identification of frequent itemsets;</li> <li>• know the FP-growth algorithm for a faster identification of frequent itemsets:</li> <li>• present the definitions of support and confidence for association rules;</li> <li>• describe the construction of association rules based on frequent itemsets;</li> <li>• are capable of describing the course of action in classification tasks;</li> <li>• present the construction of a decision tree based on a training dataset;</li> <li>• present the principle of Bayes' classification;</li> <li>• enumerate different clustering procedures;</li> <li>• describe the steps of k-means clustering;</li> <li>• know the different kinds of outliers.</li> <li>• are able to practically apply the various steps of a KDD process.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Aufbaumodule Informatik Bachelor of Science Data Science 20221</p> <p>Datenbanken und Wissensrepräsentation (DW) Bachelor of Science Data Science 20221</p> <p>Nicht gewählte Vertiefungsrichtungen Bachelor of Science Data Science 20221</p> <p>Wahlpflichtbereich Informatik Bachelor of Science Data Science 20221</p>

10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur mit MultipleChoice (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur mit MultipleChoice (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>The lecture is based on the following book:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ A. Géron, Hands-on machine learning with Scikit-Learn and TensorFlow : concepts, tools, and techniques to build intelligent systems, 2nd ed. O'Reilly Media, 2017, ISBN: 978-1491962299</li> <li>◦ H. Du, Data Mining Techniques and Applications: An Introduction. Cengage Learning EMEA, May 2010, p. 336, ISBN: 978-1844808915</li> <li>◦ I. H. Witten, E. Frank, M. A. Hall, et al., Data Mining, Fourth Edition: Practical Machine Learning Tools and Techniques, 4th. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 2016, ISBN: 0128042915</li> </ul> </li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44130	<b>Pattern Recognition</b> Pattern recognition	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Mathematical foundations of machine learning based on the following classification methods:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bayesian classifier</li> <li>• Logistic Regression</li> <li>• Naive Bayes classifier</li> <li>• Discriminant Analysis</li> <li>• norms and norm dependent linear regression</li> <li>• Rosenblatt's Perceptron</li> <li>• unconstraint and constraint optimization</li> <li>• Support Vector Machines (SVM)</li> <li>• kernel methods</li> <li>• Expectation Maximization (EM) Algorithm and Gaussian Mixture Models (GMMs)</li> <li>• Independent Component Analysis (ICA)</li> <li>• Model Assessment</li> <li>• AdaBoost</li> </ul> <p>Mathematische Grundlagen der maschinellen Klassifikation am Beispiel folgender Klassifikatoren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bayes-Klassifikator</li> <li>• Logistische Regression</li> <li>• Naiver Bayes-Klassifikator</li> <li>• Diskriminanzanalyse</li> <li>• Normen und normabhängige Regression</li> <li>• Rosenblatts Perzeptron</li> <li>• Optimierung ohne und mit Nebenbedingungen</li> <li>• Support Vector Maschines (SVM)</li> <li>• Kernelmethode</li> <li>• Expectation Maximization (EM)-Algorithmus und Gaußsche Mischverteilungen (GMMs)</li> <li>• Analyse durch unabhängige Komponenten</li> <li>• Modellbewertung</li> <li>• AdaBoost</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die Struktur von Systemen zur maschinellen Klassifikation einfacher Muster</li> <li>• erläutern die mathematischen Grundlagen ausgewählter maschineller Klassifikatoren</li> <li>• wenden Klassifikatoren zur Lösung konkreter Klassifikationsprobleme an</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• beurteilen unterschiedliche Klassifikatoren in Bezug auf ihre Eignung</li> <li>• verstehen in der Programmiersprache Python geschriebene Lösungen von Klassifikationsproblemen und Implementierungen von Klassifikatoren</li> </ul> <p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand the structure of machine learning systems for simple patterns</li> <li>• explain the mathematical foundations of selected machine learning techniques</li> <li>• apply classification techniques in order to solve given classification tasks</li> <li>• evaluate various classifiers with respect to their suitability to solve the given problem</li> <li>• understand solutions of classification problems and implementations of classifiers written in the programming language Python</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Well grounded in probability calculus, linear algebra/matrix calculus</li> <li>• The attendance of our bachelor course 'Introduction to Pattern Recognition' is not required but certainly helpful.</li> <li>• Gute Kenntnisse in Wahrscheinlichkeitsrechnung und Linearer Algebra/Matrizenrechnung</li> <li>• Der Besuch der Bachelor-Vorlesung 'Introduction to Pattern Recognition' ist zwar keine Voraussetzung, aber sicherlich von Vorteil.</li> </ul>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Maschinelles Lernen / Artificial Intelligence (AI) Bachelor of Science Data Science 20221 Nicht gewählte Vertiefungsrichtungen Bachelor of Science Data Science 20221
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch oder Englisch Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Richard O. Duda, Peter E. Hart, David G. Stock: Pattern Classification, 2nd edition, John Wiley&amp;Sons, New York, 2001</li> </ul>



- |  |   |
|--|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman: The Elements of Statistical Learning - Data Mining, Inference, and Prediction, 2nd edition, Springer, New York, 2009</li><li>• Christopher M. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, New York, 2006</li></ul> |
|--|---|

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65080	<b>Topologie</b> Topology	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Topologie (2.0 SWS) Vorlesung: Topologie (4.0 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr. Kang Li	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Karl Hermann Neeb	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stetige Funktionen, Zusammenhang, Trennungsaxiome</li> <li>• Erzeugung von Topologien (initiale, finale, Quotienten etc.)</li> <li>• Konvergenz in topologischen Räumen (Filter, Netze)</li> <li>• Kompaktheit (Satz von Tychonov, kompakte metrische Räume, lokalkompakte Räume)</li> </ul> <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch Übungen</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wenden die Methoden der allgemeinen Topologie, die in den Grundvorlesungen nur am Rande vorkommen, an;</li> <li>• ordnen die topologischen Grundbegriffe in einen größeren Kontext ein</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: Grundkenntnisse aus den Modulen Analysis I und II	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Mathematische Theorie / Grundlagen des Data Science (MTG) Bachelor of Science Data Science 20221</p> <p>Nicht gewählte Vertiefungsrichtungen Bachelor of Science Data Science 20221</p>	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>Übungsleistung</p> <p>Klausur (60 Minuten)</p>	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	<p>Übungsleistung (0%)</p> <p>Klausur (100%)</p>	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	<p>Präsenzzeit: 60 h</p> <p>Eigenstudium: 90 h</p>	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsskript zu diesem Modul</li> </ul>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65100	<b>Gewöhnliche Differentialgleichungen</b> Ordinary differential equations	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Gewöhnliche Differentialgleichungen (4.0 SWS) Übung: Übungen zu Gewöhnliche Differentialgleichungen (2.0 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr. Emil Wiedemann	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Hermann Schulz-Baldes
5	<b>Inhalt</b>	<p>Grundlagen zu folgenden Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Typen von Differentialgleichungen und elementare Lösungsmethoden</li> <li>• Existenz-, Eindeutigkeits- und Stetigkeitssätze für das Anfangswertproblem</li> <li>• Differentialungleichungen (Lemma von Gronwall)</li> <li>• Fortsetzung von Lösungen</li> <li>• lineare und gestörte lineare Systeme</li> <li>• autonome Systeme und Flüsse</li> <li>• Stabilität</li> <li>• Randwertprobleme</li> </ul> <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• lösen einfache, insbesondere autonome lineare Differentialgleichungen selbständig</li> <li>• erklären und prüfen qualitative Eigenschaften wie Stabilität</li> <li>• wenden die relevanten Lösungsmethoden selbstständig an</li> <li>• klassifizieren konkrete Probleme und setzen theoretische Modelle zur Behandlung ein</li> <li>• überführen die Prinzipien in allgemeineren oder auch einfacheren Kontext</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: Analysis 1 und 2
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Mathematische Theorie / Grundlagen des Data Science (MTG) Bachelor of Science Data Science 20221 Nicht gewählte Vertiefungsrichtungen Bachelor of Science Data Science 20221
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten) Übungsleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%) Übungsleistung (0%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester

13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsskripte zu diesem Modul</li> <li>• H. Amann: Gewöhnliche Differentialgleichungen. de Gruyter</li> <li>• V.I. Arnol'd: Gewöhnliche Differentialgleichungen. Springer</li> <li>• H. Heuser: Gewöhnliche Differentialgleichungen. Teubner</li> <li>• W. Walter: Gewöhnliche Differentialgleichungen. Springer</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65123	<b>Partielle Differentialgleichungen I</b> Partial differential equations I	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Günther Grün	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>schwache Existenztheorie elliptischer Gleichungen zweiter Ordnung</li> <li>Regularität schwacher Lösungen (Differenzenquotientenmethode, Moser, Harnack)</li> <li>Wärmeleitungsgleichung in Hölderräumen, Vergleichssätze</li> </ul> Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden erarbeiten sich einen Überblick über Anwendungsbereiche von PDGen. Sie verwenden einfache explizite Lösungsmethoden und nutzen klassische und schwache Zugänge zu Existenzresultaten	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: Analysis-Module des Bachelorstudiums	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Mathematische Theorie / Grundlagen des Data Science (MTG) Bachelor of Science Data Science 20221 Nicht gewählte Vertiefungsrichtungen Bachelor of Science Data Science 20221	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>E. DiBenedetto: Partial Differential Equations, Birkhäuser 2001</li> <li>L. C. Evans: Partial Differential Equations, AMS 1997</li> <li>D. Gilbarg, N. S. Trudinger: Elliptic Partial Differential Equations, Springer 1983</li> <li>Vorlesungsskriptum</li> </ul>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65133	<b>Mathematische Grundlagen zu Künstliche Intelligenz, Neuronale Netze und Data Analytics I</b> Mathematical foundations of artificial intelligence, neural networks and data analytics	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Hans Georg Zimmermann
5	<b>Inhalt</b>	<p>Künstliche-Intelligenz Forschung ist der Versuch, menschenähnliche Denkprozesse auf Maschinen zu übertragen. Das betrifft insbesondere Wahrnehmung (nicht nur Sensordaten, sondern auch Bild- und Audio-daten), Modellierung (Untersuchung von Zusammenhängen in Beobachtungen) und Aktionsplanung (für optimale Aktionsplanung ist ein Modell zur Beurteilung vorgeschlagener Aktionen essenziell). Die Mathematik der Neuronalen Netze wurde von Anfang an als adäquate Lösungsmethode gesehen es dauerte aber ein halbes Jahrhundert, bis diese Mathematik und die Computer Hardware soweit entwickelt waren, dass die Vision tatsächlich bearbeitet werden kann.</p> <p>Im Wintersemester zeigen wir, in welchem Sinne Feedforward Neuronale Netze universelle Approximatoren für komplexe (d.h. nichtlineare und hochdimensionale) Systeme sind. Es wird dargestellt, dass sich das Lernen nicht auf die klassische Sichtweise einer nichtlinearen Regression beschränken lässt. Das liegt auch, aber nicht nur an den Weiterführungen zum Thema Deep-Learning. Wir werden auf die Unterschiede zwischen Regression und Klassifikation eingehen. Weiterführende Kapitel beschäftigen sich mit Unüberwachtem Lernen, Bilderkennung, Neuro-Fuzzy und komplexwertigen Systemen. In der Vorlesung wird auch darauf eingegangen, dass unsere Humane Intelligenz noch andere Qualitäten hat wir sollten Künstliche- und Humane-Intelligenz nicht als Verdrängungswettbewerb sehen, sondern nach einer optimalen Ergänzung suchen.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erkennen selbständig Aufgabenstellungen, in denen Neuronale Netze eine hilfreiche Lösungsmethode sind</li> <li>• sind in der Lage, die richtigen Netzstrukturen für echte Anwendungsprobleme zu konstruieren.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	mathematische Grundlagen aus dem Bachelor-Studium
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Mathematische statistische Datenanalyse (MSD) Bachelor of Science Data Science 20221</p> <p>Nicht gewählte Vertiefungsrichtungen Bachelor of Science Data Science 20221</p>

10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich (15 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch oder Englisch Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65150	<b>Nichtlineare Optimierung</b> Nonlinear optimisation	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Wolfgang Achtziger	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unrestringierte Probleme der Nichtlinearen Optimierung (Optimalitätsbedingungen, Abstiegsverfahren, Verfahren der konjugierten Richtungen, Variable-Metrik-Methoden und Quasi-Newton-Methoden)</li> <li>• Restringierte Probleme der Nichtlinearen Optimierung (Optimalitätsbedingungen)</li> </ul> <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nennen und erklären Grundbegriffe der Nichtlinearen Optimierung;</li> <li>• modellieren und lösen praxisrelevante Probleme mit Hilfe der erlernten Verfahren;</li> <li>• sammeln und bewerten relevante Informationen und stellen Zusammenhänge her.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: Abschluss der Module Analysis I, Analysis II, Lineare Algebra I, Lineare Algebra II und Numerische Mathematik.	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Datenorientierte Optimierung (DO) Bachelor of Science Data Science 20221 Nicht gewählte Vertiefungsrichtungen Bachelor of Science Data Science 20221	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Übungsleistung Klausur (90 Minuten)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Übungsleistung (0%) Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geiger, Ch. Kanzow: Numerische Verfahren zur Lösung unrestringierter Optimierungsaufgaben; Springer, 1999</li> </ul>	



- Geiger, Ch. Kanzow: Theorie und Numerik restringierter Optimierungsaufgaben; Springer, 2002
- W. Alt: Nichtlineare Optimierung; Vieweg, 2002
- F. Jarre und J. Stoer: Optimierung; Springer, 2004
- M.S. Bazaraa, H.D. Sherali, C.M. Shetty: Nonlinear Programming Theory and Algorithms; Wiley, New York, 1993

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65254	<b>Mathematische Modellierung Theorie</b> Mathematical modelling theory	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	apl. Prof. Dr. Serge Kräutle	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Handwerkszeuge der mathematischen Modellierung: Dimensionsanalyse, asymptotische Entwicklung, Stabilitäts-, Sensitivitätsbetrachtungen, Existenz und Nichtnegativität von Lösungen</li> <li>Modelle in Form von linearen Gleichungssystemen (elektrische Netzwerke, Stabwerke, Zusammenhang zu Minimierungsaufgaben), nicht-linearen Gleichungssystemen (chemisches Gleichgewicht in reaktiven Mehrspeziessystemen), Anfangswertaufgaben für gewöhnliche Differentialgleichungen (chemische Reaktionen, Populationsmodelle)</li> </ul> <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>nennen und erklären die grundlegenden und vertiefenden Begriffe mathematischer Modellierung und verwenden die zugehörigen Prinzipien;</li> <li>erstellen und bewerten, auf Basis exemplarischer Kenntnisse aus Ingenieur- und Naturwissenschaften, deterministische Modelle in Form von Gleichungssystemen und gewöhnlichen Differentialgleichungen selbstständig;</li> <li>lösen vorgegebene Aufgaben mit analytischen / numerischen Methoden und diskutieren die Ergebnisse kritisch.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: <ul style="list-style-type: none"> <li>Teilnahme am Modul nur in Kombination mit dem Modul Mathematische Modellierung Praxis</li> <li>Module Analysis und Lineare Algebra oder Module einer zwei-semesterigen Mathematikgrundausbildung für nicht-mathematische Studiengänge, Modul Numerische Mathematik, Modul Gewöhnliche Differentialgleichungen empfohlen</li> </ul>	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Nicht gewählte Vertiefungsrichtungen Bachelor of Science Data Science 20221 Simulation und Numerik (SN) Bachelor of Science Data Science 20221	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich (15 Minuten)	

11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ch. Eck, H. Garcke, P. Knabner: Mathematische Modellierung; Springer-Verlag, 2. Auflage, Berlin, 2011</li> <li>• F. Hauser, Y. Luchko: Mathematische Modellierung mit MATLAB; Spektrum Akademischer Verlag, 2011</li> <li>• G. Strang: Introduction to Applied Mathematics; Wellesley-Cambridge Press, Wellesley, 1986</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65255	<b>Mathematische Modellierung Praxis</b> Mathematical modelling practical	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	apl. Prof. Dr. Serge Kräutle	
5	<b>Inhalt</b>		
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bearbeiten Modellierungsprojekte im Team;</li> <li>• modellieren Alltagsprobleme, lösen sie mit analytischen / numerischen Methoden und diskutieren die Ergebnisse kritisch;</li> <li>• prägen Problemlösungskompetenz aus;</li> <li>• erwerben Schlüsselkompetenzen: prägen durch die Projektarbeit Teammanagement aus, sind durch Berichterstattung in den Projekten zu Vortragspräsentation und wissenschaftlichem Schreiben befähigt.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>empfohlen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teilnahme am Modul nur in Kombination mit dem Modul Mathematische Modellierung Theorie</li> <li>• Module Analysis und Lineare Algebra oder Module einer zwei-semesterigen Mathematikgrundausbildung für nicht-mathematische Studiengänge, Modul Numerische Mathematik, Modul Gewöhnliche Differentialgleichungen</li> </ul>	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Nicht gewählte Vertiefungsrichtungen Bachelor of Science Data Science 20221  Simulation und Numerik (SN) Bachelor of Science Data Science 20221  Wahlpflichtmodul Projekt Data Sciences Bachelor of Science Data Science 20221</p>	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminararbeit+Vortrag	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminararbeit+Vortrag (0%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	

16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ch. Eck, H. Garcke, P. Knabner: Mathematische Modellierung; Springer-Verlag, 2. Auflage, Berlin, 2011</li><li>• F. Hauser, Y. Luchko: Mathematische Modellierung mit MATLAB; Spektrum Akademischer Verlag, 2011</li><li>• G. Strang: Introduction to Applied Mathematics; Wellesley-Cambridge Press, Wellesley 1986</li></ul>
----	--------------------------	---

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65311	<b>Algebra</b>	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Peter Fiebig	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gruppentheorie: Untergruppen, Quotienten, Operationen von Gruppen, endlich erzeugte abelsche Gruppen</li> <li>• Ringtheorie: Ideale, Quotienten, Polynomringe, maximale Ideale,</li> <li>• Irreduzibilität</li> <li>• Elementare Zahlentheorie: Restklassenringe, Eulersche phi-Funktion, Chinesischer Restsatz, quadratisches Reziprozitätsgesetz</li> </ul> <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nennen und erklären algebraische Strukturen anhand von Gruppen, Ringen und Körpern und verwenden diese;</li> <li>• behandeln auch komplexe Symmetrien mittels Gruppentheorie selbständig;</li> <li>• lösen geometrische und zahlentheoretische Probleme mittels Ringtheorie und Zahlentheorie;</li> <li>• sammeln und bewerten relevante Informationen und erkennen Zusammenhänge.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: Module Lineare Algebra I und II	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Mathematische Theorie / Grundlagen des Data Science (MTG) Bachelor of Science Data Science 20221 Nicht gewählte Vertiefungsrichtungen Bachelor of Science Data Science 20221	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur mit Übungsleistung	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur mit Übungsleistung (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 105 h Eigenstudium: 195 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	

15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• M. Artin: Algebra</li><li>• Fischer: Algebra</li><li>• N. Jacobson: Basic Algebra I, II + Skript</li><li>• S. Lang: Algebra</li></ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65720	<b>Robuste Optimierung 1</b> Robust optimization	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Robuste Optimierung 1 (2.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Martina Kuchlbauer Florian Rösel Prof. Dr. Frauke Liers-Bergmann	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Oft sind die Eingabedaten eines mathematischen Optimierungsproblems in der Praxis nicht exakt bekannt. In der robusten Optimierung werden deswegen möglichst gute Lösungen bestimmt, die für alle innerhalb gewisser Toleranzen liegenden Eingabedaten, zulässig sind.</p> <p>Die Vorlesung behandelt die Theorie und Modellierung robuster Optimierungsprobleme, insbesondere die robuste lineare und robuste kombinatorische Optimierung.</p> <p>Darüber hinaus werden anhand von Anwendungsbeispielen aktuelle Konzepte wie z.B. die wiederherstellbare Robustheit gelehrt.</p> <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erkennen selbstständig Optimierungsprobleme unter Unsicherheit, modellieren die zugehörigen robustifizierten Optimierungsprobleme geeignet und analysieren diese;</li> <li>• nutzen die passenden Lösungsverfahren und bewerten die erzielten Ergebnisse.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: Lineare Algebra Vorteilhaft ist das Modul Lineare und Kombinatorische Optimierung.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Datenorientierte Optimierung (DO) Bachelor of Science Data Science 20221 Nicht gewählte Vertiefungsrichtungen Bachelor of Science Data Science 20221
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch



16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vorlesungsskript zu diesem Modul</li><li>• Ben-Tal, El Ghaoui, Nemirovski: Robust Optimization; Princeton University Press</li></ul>
----	--------------------------	--

1	<b>Modulbezeichnung</b> 65723	<b>Mathematische Grundlagen zu Künstliche Intelligenz, Neuronale Netze und Data Analytics II</b> Mathematical foundations of Artificial Intelligence, Neural Networks and Data Analytics II	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Mathematische Grundlagen zu Künstliche Intelligenz, Neuronale Netze und Data Analytics II (Mathematical Basics of Artificial Intelligence, Neural Networks and Data Analytics II) (0.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Hans Georg Zimmermann Jorge Weston Fernández	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Hans Georg Zimmermann	
5	<b>Inhalt</b>	Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch der Mathematik, siehe <a href="https://www.math.fau.de/studium/im-studium/infocenter/pruefungen/modulhandbuecher-des-departments/">https://www.math.fau.de/studium/im-studium/infocenter/pruefungen/modulhandbuecher-des-departments/</a> .	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch der Mathematik, siehe <a href="https://www.math.fau.de/studium/im-studium/infocenter/pruefungen/modulhandbuecher-des-departments/">https://www.math.fau.de/studium/im-studium/infocenter/pruefungen/modulhandbuecher-des-departments/</a> .	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch der Mathematik, siehe <a href="https://www.math.fau.de/studium/im-studium/infocenter/pruefungen/modulhandbuecher-des-departments/">https://www.math.fau.de/studium/im-studium/infocenter/pruefungen/modulhandbuecher-des-departments/</a> .	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Mathematische statistische Datenanalyse (MSD) Bachelor of Science Data Science 20221 Nicht gewählte Vertiefungsrichtungen Bachelor of Science Data Science 20221	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich (15 Minuten)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	Weitere Informationen finden sich im Modulhandbuch der Mathematik, siehe <a href="https://www.math.fau.de/studium/im-studium/infocenter/pruefungen/modulhandbuecher-des-departments/">https://www.math.fau.de/studium/im-studium/infocenter/pruefungen/modulhandbuecher-des-departments/</a> .	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 95067	<b>Machine Learning for Engineers I - Introduction to Methods and Tools</b> Machine learning for engineers I - Introduction to methods and tools	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Machine Learning for Engineers I: Introduction to Methods and Tools (0.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Björn Eskofier Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke Prof. Dr. Nico Hanenkamp Thomas Altstidl	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Thomas Altstidl Prof. Dr. Björn Eskofier	
5	<b>Inhalt</b>	<p>This is an introductory course presenting fundamental algorithms of machine learning (ML) that are typically applied to data science problems. Knowledge is deepened by two practical exercises to gain hands-on experience. The course covers</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to Python programming in the field of data science</li> <li>• Review of typical task domains (such as regression, classification and dimensionality reduction)</li> <li>• Theoretical understanding of widely used machine learning methods (such as linear and logistic regression, support vector machines (SVM), principal component analysis (PCA) and deep neural networks (DNN))</li> <li>• Practical application of these machine learning methods on engineering problems</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>After successfully participating in this course, students should be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• independently recognize the task domain at hand for new applications</li> <li>• select a suitable and promising machine learning methodology based on their known theoretical properties</li> <li>• apply the chosen methodology to the given problem using Python</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Maschinelles Lernen / Artificial Intelligence (AI) Bachelor of Science Data Science 20221 Nicht gewählte Vertiefungsrichtungen Bachelor of Science Data Science 20221 Wahlpflichtmodul Machine Learning Bachelor of Science Data Science 20221</p>	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur Electronic exam (online), 90min	

11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 0 h Eigenstudium: 150 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1) Machine Learning: A Probabilistic Perspective, Kevin Murphy, MIT Press, 2012</li> <li>2) The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction, Trevor Hastie, Robert Tibshirani, and Jerome Friedman, Springer, 2009</li> <li>3) Deep Learning, Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, and Aaron Courville, MIT Press, 2016</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 97090	<b>Simulation und Modellierung I</b> Simulation and modelling I	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Reinhard German	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Das Modul vermittelt die Grundlagen der diskreten Ereignissimulation und beinhaltet</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• diskrete Simulation</li> <li>• analytische Modellierung (z.B. Warteschlangen)</li> <li>• Eingabemodellierung (z.B. Fitting-Verfahren)</li> <li>• Zufallszahlenerzeugung</li> <li>• statistische Ausgabeanalyse</li> <li>• Modellierungsparadigmen (u.a. Ereignis-/Prozessorientierung, Warteschlangen, Automaten, Petri-Netze, UML, graphische Bausteine)</li> <li>• kontinuierliche und hybride Simulation</li> <li>• Simulationssoftware</li> <li>• Fallstudien</li> </ul> <p>Content: Overview of the various kinds of simulation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• discrete simulation (computational concepts, simulation of queuing systems, simulation in Java, professional simulation tools)</li> <li>• required probability concepts and statistics, modeling paradigms (e.g., event/process oriented, queuing systems, Petri nets, UML statecharts)</li> <li>• input modeling (selecting input probability distributions)</li> <li>• random number generation (linear congruential generators and variants, generating random variates)</li> <li>• output analysis (warm-up period detection, independent replications, result presentation)</li> <li>• continuous and hybrid simulation (differential equations, numerical solution, hybrid statecharts)</li> <li>• simulation software, case studies, parallel and distributed simulation.</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erwerben Kenntnisse über Verfahren und Realisierungsmöglichkeiten der diskreten Simulation mit Ausblick auf andere Simulationsarten</li> <li>• erwerben Kenntnisse über statistische Aspekte der Simulation, die für die Anwendung wichtig sind</li> <li>• wenden statistische Methoden zur Analyse und Bewertung von Eingabe- sowie Ausgabedaten an</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>erwerben praktische Erfahrung mit kommerziellen Simulationswerkzeugen</li> <li>erwerben Erfahrungen bei der Simulation in verschiedenen Anwendungsbereichen (u.a. Rechnernetze, Fertigungssysteme, Materialflusssysteme)</li> <li>entwickeln eigenständig anhand von Beispielaufgaben Simulationsmodelle unter Verwendung verschiedener Modellierungsparadigmen</li> <li>können in Gruppen kooperativ und verantwortlich arbeiten</li> </ul> <p>Learning targets and competences: Students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>gain knowledge about methods and realization possibilities of discrete simulation with an outlook on other types of simulation</li> <li>gain knowledge of statistical aspects of simulation that are important for practice</li> <li>apply statistical methods for analysis and evaluation of input and output data</li> <li>gain hands-on experience with commercial simulation tools</li> <li>gain experience in simulation in various fields of application (including computer networks, manufacturing systems, material flow systems)</li> <li>independently develop simulation models on the basis of sample tasks using different modeling paradigms</li> <li>can work in groups cooperatively and responsibly</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>elementare Programmierkenntnisse, vorzugsweise in Java, Mathematikkennnisse in Analysis, wie z.B. im 1. Semester der angewandten Mathematik vermittelt</p> <p>Recommended background knowledge: basic programming skills, preferably in Java, mathematics skills in analysis, such as taught in the first semester in applied mathematics.</p>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Nicht gewählte Vertiefungsrichtungen Bachelor of Science Data Science 20221</p> <p>Simulation und Numerik (SN) Bachelor of Science Data Science 20221</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>Klausur (90 Minuten)</p> <p>Prüfungsleistung/examination: Klausur, benotet, 5 ETCS/written exam, graded, 5 ETCS</p> <p>Dauer (in Minuten)/duration (in minutes): 90</p> <p>Anteil an der Berechnung der Modulnote/Share in the calculation of the module grade: 100.0 %</p> <p>Die im Rahmen der Übung gestellten (zwei)wöchentlichen Übungsaufgaben müssen bestanden werden, um das Gesamtmodul anrechnen lassen zu können. Die Übung gilt als bestanden, wenn mindestens 50% der Punkte korrekt bearbeitet wurden. Die Bearbeitung erfolgt in Gruppen von 3 oder 4 Studenten. Die Abgabe erfolgt in Präsenz zu dedizierten Übungsterminen. Werden mindestens 75% der Punkte erreicht, werden der bestandenen schriftlichen Prüfung</p>

		<p>Bonuspunkte entsprechend einer Notenstufe (-0.3 oder -0.4 in der Endnote) hinzugefügt.</p> <p>-----</p> <p>The (bi-)weekly exercise tasks must be passed in order to receive credit for the entire module. The exercise is considered to be passed if at least 50% of the points have been correctly processed. The work is done in groups of 3 or 4 students. The submission is done in presence on dedicated exercise dates. If at least 75% of the points are achieved, bonus points corresponding to one grade level (-0.3 or -0.4 in the final grade) will be added to the passed written examination.</p>
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Law, "Simulation Modeling and Analysis, 5th ed., McGraw Hill, 2014

1	<b>Modulbezeichnung</b> 407487	<b>Numerical Aspects of Linear and Integer Programming</b> Numerical aspects of linear and integer programming	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Frauke Liers-Bergmann
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revidiertes Simplexverfahren (mit Schranken)</li> <li>• Phase I des Verfahrens</li> <li>• Duales Simplexverfahren</li> <li>• LP Presolve/Postsolve</li> <li>• Skalierung</li> <li>• MIP Solution Techniques</li> </ul> <p>Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. In den Übungen werden die Studierenden von einem Übungsgruppenleiter betreut.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden erklären und verwenden im Rahmen der Vorlesung Methoden und numerische Verfahren, die zur Lösung von Linearen und Gemischt-ganzzahligen Programmen in der Praxis Anwendung finden.
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	empfohlen: Lineare Algebra, Lineare und Kombinatorische Optimierung
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Datenorientierte Optimierung (DO) Bachelor of Science Data Science 20221 Nicht gewählte Vertiefungsrichtungen Bachelor of Science Data Science 20221
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 36 h Eigenstudium: 114 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• V. Chvátal: Linear Programming, W. H. Freeman and Company, New York, 1983</li> <li>• L.A. Wolsey: Integer Programming, John Wiley and Sons, Inc., 1998</li> </ul>



1	<b>Modulbezeichnung</b> 532733	<b>Künstliche Intelligenz II</b> Artificial intelligence II	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Artificial Intelligence II (4.0 SWS) Übung: Übungen zu Artificial Intelligence II (2.0 SWS)	- -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Dennis Müller PD Dr. Florian Rabe	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Michael Kohlhase
5	<b>Inhalt</b>	Dieses Modul beschäftigt sich mit den Grundlagen der Künstlichen Intelligenz (KI), insbesondere mit Techniken des Schließens unter Unsicherheit, des maschinellen Lernens und der Sprachverarbeitung. Das Modul baut auf dem Modul Künstliche Intelligenz I vom Wintersemester auf und führt dieses weiter.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fach- Lern- bzw. Methodenkompetenz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wissen: Die Studierenden lernen grundlegende Repräsentationsformalismen und Algorithmen der Künstlichen Intelligenz kennen.</li> <li>- Anwenden: Die Konzepte werden an Beispielen aus der realen Welt angewandt (Übungsaufgaben).</li> <li>- Analyse: Die Studierenden lernen über die Modellierung in der Maschine menschliche Intelligenzleistungen besser einzuschätzen.</li> </ul> <p>Sozialkompetenz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Studierenden arbeiten in Kleingruppen zusammen um kleine Projekte zu bewältigen.</li> </ul> <p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inferenz unter Unsicherheit</li> <li>• Bayessche Netzwerke</li> <li>• Rationale Entscheidungstheorie (MDPs and POMDPs)</li> <li>• Machinelles Learnend und Neuronale Netzwerke</li> <li>• Verarbeitung Natürlicher Sprache</li> </ul> <p>---</p> <p>This course covers the foundations of Artificial Intelligence (AI), in particular reasoning under uncertainty, machine learning and (if there is time) natural language understanding.</p> <p>This course builds on the course Artificial Intelligence I from the preceding winter semester and continues it.</p> <p>Learning Goals and Competencies</p> <p>Technical, Learning, and Method Competencies</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Knowledge: The students learn foundational representations and algorithms in AI.</li> <li>• Application: The concepts learned are applied to examples from the real world (homeworks ).</li> <li>• Analysis: By modeling human cognitive abilities, students learn to assess and understand human intelligence better.</li> <li>• Social Competences: Students work in small groups to solve the and machine learning challenge/competition.</li> </ul> <p>Contents:</p>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inference under Uncertainty</li> <li>• Bayesian Networks</li> <li>• Rational Decision Theory (MDPs and POMDPs)</li> <li>• Machine Learning and Neural Networks</li> <li>• Natural Language Processing</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 2
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Datenbanken und Wissensrepräsentation (DW) Bachelor of Science Data Science 20221 Maschinelles Lernen / Artificial Intelligence (AI) Bachelor of Science Data Science 20221 Nicht gewählte Vertiefungsrichtungen Bachelor of Science Data Science 20221
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Portfolio (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Portfolio (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Die Vorlesung folgt weitgehend dem Buch</p> <p>Stuart Russell und Peter Norvig: Artificial Intelligence: A Modern Approach. Prentice Hall, 3rd edition, 2009.</p> <p>Deutsche Ausgabe:</p> <p>Stuart Russell und Peter Norvig: Künstliche Intelligenz: Ein Moderner Ansatz. Pearson-Studium, 2004 (Übersetzung der 2. Auflage).</p> <p>ISBN: 978-3-8273-7089-1.</p> <p>Literature</p> <p>The course follows the following textbook: Stuart Russell and Peter Norvig: Artificial Intelligence: A Modern Approach. Prentice Hall, 3rd edition, 2009.</p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 806144	<b>Beschreibungslogik und formale Ontologien</b> Description Logics and Formal Ontologies	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Lutz Schröder	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Algorithmen für Aussagenlogik</li> <li>• Tableaurechnung</li> <li>• Anfänge der (endlichen) Modelltheorie</li> <li>• Modal- und Beschreibungslogiken</li> <li>• Ontologieentwurf</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p><b>Fachkompetenz</b> Wissen Die Studierenden geben Definitionen der Syntax und Semantik verschiedener Wissensrepräsentationssprachen wieder und legen wesentliche Eigenschaften hinsichtlich Entscheidbarkeit, Komplexität und Ausdrucksstärke dar.</p> <p><b>Anwenden</b> Die Studierenden wenden Deduktionsalgorithmen auf Beispielformeln an. Sie stellen einfache Ontologien auf und führen anhand der diskutierten Techniken Beweise elementarer logischer Metaeigenschaften.</p> <p><b>Analysieren</b> Die Studierenden klassifizieren Logiken nach grundlegenden Eigenschaften wie Ausdrucksstärke und Komplexität. Sie wählen für ein gegebenes Anwendungsproblem geeignete Formalismen aus.</p> <p><b>Lern- bzw. Methodenkompetenz</b> Die Studierenden erarbeiten selbständig formale Beweise.</p> <p><b>Sozialkompetenz</b> Die Studierenden arbeiten in Kleingruppen erfolgreich zusammen.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Datenbanken und Wissensrepräsentation (DW) Bachelor of Science Data Science 20221 Nicht gewählte Vertiefungsrichtungen Bachelor of Science Data Science 20221	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Portfolio	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Portfolio (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	

13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 165 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• M Krötzsch, F Simancik, I Horrocks; A description logic primer, arXiv, 2012</li> <li>• F. Baader et al. (ed.): The Description Logic Handbook, Cambridge University Press, 2003</li> <li>• M. Huth, M. Ryan: Logic in Computer Science, Cambridge University Press, 2004</li> <li>• L. Libkin: Elements of Finite Model Theory, Springer, 2004</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 858896	<b>Modellierung, Optimierung und Simulation von Energiesystemen</b> Modeling, optimization and simulation of energy systems	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Marco Pruckner
5	<b>Inhalt</b>	In der Vorlesung Modellierung, Optimierung und Simulation von Energiesystemen werden systemtechnische Planungs- und Analysemethoden behandelt, die zur Lösung komplexer und interdisziplinärer Entscheidungsaufgaben in der Energiewirtschaft eingesetzt werden. Dabei werden die wichtigsten Methoden und Verfahren anhand praktischer Fragestellungen (z.B. Ausbau erneuerbarer Energien, Zunahme der Elektromobilität) aus der energiepolitischen Planung vermittelt und die Bewältigung technisch-ökonomischer Probleme verdeutlicht. Zu den eingesetzten Tools zählen die Statistiksoftware R, AnyLogic und IpSolve. Vorkenntnisse im Umgang mit diesen Werkzeugen ist nicht zwingend erforderlich. In den Übungen werden Einführungen in die genannten Softwarepakete gegeben.
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• unterscheiden Probleme und Herausforderungen, die mit dem Energieumstieg verbunden sind,</li> <li>• erfassen die Vorteile und die Anwendungsmöglichkeiten computergestützter Planungsmethoden im Energiebereich,</li> <li>• analysieren verschiedene Problemstellungen und setzen Lösungen dafür um,</li> <li>• erlernen verschiedene Methoden der Datenanalyse, Optimierung und Simulation.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Nicht gewählte Vertiefungsrichtungen Bachelor of Science Data Science 20221 Simulation und Numerik (SN) Bachelor of Science Data Science 20221
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Portfolio
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Portfolio (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester

13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch Deutsch oder Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 894856	<b>Künstliche Intelligenz I</b> Artificial intelligence I	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Michael Kohlhase	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Dieses Modul beschäftigt sich mit den Grundlagen der Künstlichen Intelligenz (KI), insbesondere formale Wissensrepräsentation, Heuristische Suche, Automatisches Planen und Schliessen unter Unsicherheit.</p> <p>---</p> <p>This module covers the foundations of Artificial Intelligence (AI), in particular symbolic techniques based on search and inference.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wissen: Die Studierenden lernen grundlegende Repräsentationsformalismen und Algorithmen der Künstlichen Intelligenz kennen.</li> <li>- Anwenden: Die Konzepte werden an Beispielen aus der realen Welt angewandt (Übungsaufgaben).</li> <li>- Analyse: Die Studierenden lernen die über die modellierung in der Maschine menschliche Intelligenzleistungen besser einzuschätzen.</li> </ul> <p>Sozialkompetenz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Studierenden arbeiten in Kleingruppen zusammen um kleine Projekte zu bewältigen</li> </ul> <p>*Inhalt*:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Agentenmodelle als Grundlage der Künstlichen Intelligenz</li> <li>- Logisches Programmieren in Prolog</li> <li>- Heuristische Suche als Methode zur Problemlösung</li> <li>- Zwei-Agenten-Suche (automatisierung von Brettspielen) mittels heuristischer Suche</li> <li>- Constraint Solving/Propagation</li> <li>- Logische Sprachen für die Wissensrepräsentation</li> <li>- Inferenz and Automatisiertes Theorembeweisen (DPLL-Varianten und PL1)_</li> <li>- Classisches Planen</li> <li>- Planen und Agieren in der wirklichen Welt.</li> </ul> <p>---</p> <p>Technical, Learning, and Method Competencies</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Knowledge: The students learn foundational representations and algorithms in AI.</li> <li>- Application: The concepts learned are applied to examples from the real world (homeworks).</li> <li>- Analysis: By modeling human cognitive abilities, students learn to assess and understand human intelligence better.</li> <li>- Social Competences: Students work in small groups to solve an AI game-play challenge/competition (Kalah).</li> </ul>	

		<p>Contents: Foundations of symbolic AI, in particular:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Agent Models as foundation of AI</li> <li>- Logic Programming in Prolog</li> <li>- Heuristic Search as a method for problem solving</li> <li>- Adversarial Search (automating board games) via heuristic search</li> <li>- Constraint Solving/Propagation</li> <li>- Logical Languages for knowledge representation</li> <li>- Inference and automated theorem proving</li> <li>- Classical Planning</li> <li>- Planning and Acting in the real world.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	<p>Datenbanken und Wissensrepräsentation (DW) Bachelor of Science Data Science 20221</p> <p>Maschinelles Lernen / Artificial Intelligence (AI) Bachelor of Science Data Science 20221</p> <p>Nicht gewählte Vertiefungsrichtungen Bachelor of Science Data Science 20221</p>
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Portfolio (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Portfolio (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Die Vorlesung folgt weitgehend dem Buch</p> <p>Stuart Russell und Peter Norvig: Artificial Intelligence: A Modern Approach. Prentice Hall, 3rd edition, 2009.</p> <p>Deutsche Ausgabe:</p> <p>Stuart Russell und Peter Norvig: Künstliche Intelligenz: Ein Moderner Ansatz. Pearson-Studium, 2004 (Übersetzung der 2. Auflage). ISBN: 978-3-8273-7089-1.</p>



1	<b>Modulbezeichnung</b> 981660	<b>Simulation und Wissenschaftliches Rechnen</b> Simulation and scientific computing 1	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Christoph Pflaum Prof. Dr. Ulrich Rüde	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Performance Optimierung für numerische Algorithmen</li> <li>• OpenMP Parallelisierung</li> <li>• Finite Differenzen Diskretisierung im Ort</li> <li>• Praktische Abschätzung des Diskretisierungsfehlers und der Konvergenzgeschwindigkeit numerischer Verfahren</li> <li>• Software Entwicklung im Bereich des wissenschaftlichen Rechnens</li> <li>• MPI Parallelisierung</li> <li>• Finite Differenzen Diskretisierung für zeitabhängige Probleme</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• lernen Techniken zur Optimierung von Algorithmen im Bereich des wissenschaftlichen Rechnens</li> <li>• lernen selbständig Algorithmen auf Parallelrechnern zu implementieren und zu optimieren</li> <li>• lernen theoretisch die Stabilität von numerischen Algorithmen zu untersuchen</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Voraussetzung ist ein Modul im Bereich Numerik	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Nicht gewählte Vertiefungsrichtungen Bachelor of Science Data Science 20221 Simulation und Numerik (SN) Bachelor of Science Data Science 20221	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Portfolio	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Portfolio (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch	

16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lehrbuch: G. Hager und G. Wellein, Introduction to High Performance Computing for Scientists and Engineers, CRC Press, 2010.</li><li>• Lehrbuch: Goedecker und Adolfo Hoisie. Performance Optimization of Numerically Intensive Codes, SIAM, 2001.</li><li>• Lehrbuch: Gropp, Lusk, Skjellum, Using MPI. The MIT Press, 1999.</li><li>• Lehrbuch: Alexandrescu, Modern C++ Design, Generic Programming and Design Patterns. Addison-Wesley, 2001.</li><li>• Lehrbuch: Burden, Faires, Numerical Analysis, Brooks, 2001.</li><li>• Lehrbuch: Chandra et. al., Programming in OpenMP, Academic Press, 2001.</li></ul>
----	--------------------------	---

1	<b>Modulbezeichnung</b> 984981	<b>Modallogik</b> Modal logic	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Lutz Schröder	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relationale Modallogiken</li> <li>• Ausdrucksstärke</li> <li>• Aximatisierung und Vollständigkeit</li> <li>• Entscheidbarkeit und Komplexität</li> <li>• Programmverifikation mittels dynamischer und temporaler Logiken</li> <li>• Modaler <math>\mu</math>-Kalkül</li> <li>• Koalgebraische Logik</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Fachkompetenz Wissen Die Studierenden geben grundlegende Definitionen, Axiomatisierungen und Resultate aus der Metatheorie der Modallogik wieder.</p> <p>Anwenden Die Studierenden führen beispielhaft Beweise in modallogischen Deduktionssystemen und wenden modallogische Schlussfolgerungsalgorithmen korrekt an. Sie instanzieren gängige Vollständigkeitskriterien auf konkrete Modallogiken.</p> <p>Analysieren Die Studierenden teilen Logiken gemäß ihrer metalogischen Eigenschaften wie Axiomatisierbarkeit, Entscheidbarkeit oder Komplexität ein; sie wählen für gegebene Anwendungszwecke geeignete Logiken aus.</p> <p>Erschaffen Die Studierenden führen selbständig metatheoretische Beweise über Modallogiken.</p> <p>Lern- bzw. Methodenkompetenz Die Studierenden erarbeiten selbständig formale Beweise.</p> <p>Sozialkompetenz Die Studierenden arbeiten in Kleingruppen erfolgreich zusammen.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Datenbanken und Wissensrepräsentation (DW) Bachelor of Science Data Science 20221 Nicht gewählte Vertiefungsrichtungen Bachelor of Science Data Science 20221	

10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	Unregelmäßig
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 56 h Eigenstudium: 169 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Sally Popkorn,  First Steps in Modal Logic , 314 pages, Cambridge University Press, 1994.  Patrick Blackburn, Maarten de Rijke and Yde Venema,  Modal Logic , 554 pages, Cambridge University Press, 2001.  Alexander Chagrov and Michael Zakharyashev,  Modal Logic , 605 pages, Oxford University Press, 1997.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47576	<b>Enterprise Application Development und Evolutionäre Informationssysteme</b> eBusiness technologies and evolutionary information systems	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Evolutionäre Informationssysteme (2.0 SWS)  Vorlesung: Enterprise Application Development (ehemals eBusiness Technologies) (2.0 SWS)	2,5 ECTS  2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Richard Lenz Nadja Deuerlein Florian Irmert	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Richard Lenz	
5	<b>Inhalt</b>	<p><b>EAD</b></p> <p>Themen u.a. aus den folgenden Bereichen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Softwareengineering wie z. B. Design Pattern</li> <li>• Softwarearchitektur wie z. B. Skalierbarkeit, Wartbarkeit und Erweiterbarkeit</li> <li>• Web Frameworks wie z. B. React</li> <li>• User Experience und Usability wie z. B. UI Guidelines</li> <li>• Agile Softwareentwicklung wie z. B. Scrum</li> <li>• DevOps wie z. B. Continuous Integration</li> </ul> <p><b>EIS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen rechnergestützter Informationssysteme und organisatorisches Lernen</li> <li>• Erfolgsfaktoren für Projekte</li> <li>• Software Wartung vs. Software Evolution</li> <li>• Architekturmodelle</li> <li>• Grundprinzipien evolutionärer Systeme</li> <li>• Datenqualität in Informationssystemen</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p><b>EAD:</b></p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können einen Überblick über die Entwicklung von Web-Applikationen geben</li> <li>• wiederholen Grundlagen des Webs, von Datenaustauschformaten und serverseitige Technologien</li> <li>• unterscheiden Herangehensweisen zur dynamischen Generierung von Webseiten</li> <li>• wiederholen Grundlagen des SW-Engineerings</li> <li>• verstehen wichtige Design-Patterns</li> <li>• verstehen die Bedeutung von Software-Architektur</li> <li>• verstehen grundlegende Eigenschaften eines Web-Frameworks</li> <li>• können wichtige Zusammenhänge und Kriterien im Bereich UX erläutern</li> <li>• verstehen agile Vorgehensmodelle zur Software-Entwicklung</li> </ul>	

- verstehen die Herausforderungen in Bezug auf den Betrieb von Anwendungen (DevOps)

**EIS:**

Die Studierenden:

- definieren die Begriffe "Informationssysteme", "evolutionäre Informationssysteme" und "organisatorisches Lernen"
- grenzen die Begriffe "Wissen" und "Information" gegeneinander ab
- charakterisieren die in der Vorlesung erläuterten Formen der organisatorischen Veränderung
- erklären das SEKI Modell nach Nonaka und Takeuchi
- nennen Beispiele für die in der Vorlesung behandelten Formen der Wissensrepräsentation in IT-Systemen
- nennen typische Erfolgs- und Risikofaktoren für große IT-Projekte
- erklären die Kraftfeldtheorie nach Kurt Lewin
- unterscheiden Typen von Software gemäß der Klassifikation nach Lehman und Belady
- unterscheiden die in der Vorlesung vorgestellten Arten der Software Wartung
- benennen die Gesetzmäßigkeiten der Software-Evolution nach Lehman und Belady
- bewerten die in der Vorlesung vorgestellten Vorgehensmodelle zur Softwareerstellung im Kontext der E-Typ-Software
- nennen die in der Vorlesung vorgestellten Aspekte der Evolutionsfähigkeit von Software
- erklären, wie die in der Vorlesung vorgestellten Methoden zur Trennung von Belangen beitragen
- erklären das Konzept des "Verzögerten Entwurfs"
- erklären die Vor- und Nachteile generischer Datenbankschemata am Beispiel von EAV und EAV/CR
- charakterisieren die in der Vorlesung vorgestellten Architekturkonzepte
- grenzen die in der Vorlesung vorgestellten Integrationsanforderungen gegeneinander ab
- erklären wie Standards zur Systemintegration beitragen und wo die Grenzen der Standardisierung liegen
- erklären das Prinzip eines Kommunikationsservers und der nachrichtenbasierten Integration
- erklären den Begriff "Prozessintegration"
- definieren den Begriff "Enterprise Application Integration" (EAI)
- unterscheiden die in der Vorlesung vorgestellten Integrationsansätze
- erklären die in der Vorlesung vorgestellten Dimensionen der Datenqualität
- unterscheiden die grundlegenden Messmethoden für Datenqualität
- erklären das Maßnahmenportfolio zur Verbesserung der Datenqualität nach Redman

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• benennen die in der Vorlesung vorgestellten Methoden zur Verbesserung der Datenqualität</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Programmieren in Java, Datenbanken (SQL)
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Datenbanken und Wissensrepräsentation (DW) Bachelor of Science Data Science 20221 Nicht gewählte Vertiefungsrichtungen Bachelor of Science Data Science 20221
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (60 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	
16	<b>Literaturhinweise</b>	siehe Lehrveranstaltungsbeschreibungen

# Chemie



1	<b>Modulbezeichnung</b> 62038	<b>Theoretische Chemie 3</b> Theoretical chemistry 3	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: ThC 3 - Ü (2.0 SWS) Vorlesung: Theoretische Chemie 3 (2.0 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Andreas Göring	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Andreas Göring	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mehrelektronenwellenfunktionen, Slater-Determinanten</li> <li>• Einführung in die Hartree-Fock-Methode</li> <li>• Einführung in die Dichtefunktionaltheorie</li> <li>• Anwendungsbeispiele quantenchemischer Methoden</li> <li>• Mathematische Grundlagen der Gruppentheorie</li> <li>• molekulare Punktgruppen</li> <li>• Konstruktion symmetrieadaptierter Linearkombinationen von Atomorbitalen</li> <li>• Molekülorbitale und ihre Symmetrie</li> <li>• Molekülschwingungen in harmonischer Näherung</li> <li>• Symmetrierauswahlregeln in der IR-Spektroskopie</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Grundlagen der wichtigsten quantenchemischen Methoden und deren Anwendung auf</li> <li>• Mehrelektronensysteme (Atome und Moleküle)</li> <li>• verstehen und beherrschen die Prinzipien der Molekülorbitaltheorien und können verschiedene Bindungstypen beschreiben und erklären</li> <li>• sind mit den Grundlagen der Gruppentheorie und ihrer Anwendung in der Chemie vertraut</li> <li>• verstehen gruppentheoretische Sachverhalte und deren Anwendung auf verschiedene Spektroskopien</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Es wird dringend empfohlen, vor Modulbeginn folgende Module erfolgreich abgelegt zu haben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Theoretische Chemie 1</li> <li>• Theoretische Chemie 2</li> </ul>	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 4	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Chemie Bachelor of Science Data Science 20221	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	

15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Ein umfassendes Skript für die Vor- und Nachbereitung des Stoffes der Vorlesung und der Übungen wird auf StudOn zur Verfügung gestellt.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 62059	<b>Theoretische Chemie 2</b> Theoretical chemistry 2	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Andreas Göring	
5	<b>Inhalt</b>	<p><b>VORL:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Begriffe und Grundprinzipien der Quantenmechanik</li> <li>• Teilchen im Kasten</li> <li>• Tunneleffekt</li> <li>• harmonischer Oszillator</li> <li>• quantenmechanische Behandlung des Drehimpulses</li> <li>• Wasserstoffatom</li> <li>• Elektronenspin und Pauli-Prinzip</li> <li>• Aufbau der Atome</li> <li>• angeregte Zustände</li> <li>• einfache zweiatomige Moleküle.</li> </ul> <p><b>UE:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erlernen praktischer Rechentechniken</li> <li>• Behandlung vertiefender Beispiele zum Stoff der Vorlesung.</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verfügen über grundlegende Kenntnisse der Quantenmechanik und deren Anwendung zur Beschreibung von Strukturen, des Atomaufbaus und der Theorie der chemischen Bindung</li> <li>• kennen praktische Rechentechniken des Lerngebietes und können diese auf vertiefende Beispiele aus dem Stoff der Vorlesung selbständig anwenden.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Es wird dringend empfohlen, vor Modulbeginn folgendes Modul erfolgreich besucht zu haben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Theoretische Chemie 1</li> </ul>	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Chemie Bachelor of Science Data Science 20221	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	

14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Ein umfassendes Manuskript für die Vor- und Nachbereitung des Stoffes der Vorlesung und der Übungen wird auf StudOn zur Verfügung gestellt!

# Digital Humanities

1	<b>Modulbezeichnung</b> 77881	<b>Einführung in die Digitalen Geistes- und Sozialwissenschaften</b> Introduction to digital humanities and social sciences	<b>7,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Tutorium: Tutorium für "Informatische Werkzeuge" (2.0 SWS, ) Seminar: Einführung in das Studium der Digitalen Geistes- und Sozialwissenschaften (2.0 SWS, ) Vorlesung: Informatische Werkzeuge in den Geistes- und Sozialwissenschaften I (2.0 SWS, ) Vorlesung: Informatische Werkzeuge in den Geistes- und Sozialwissenschaften II (2.0 SWS, SoSe 2024)	- 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	PD Dr. Florian Rabe Jonas Betzendahl Dr. Sabine Lang Prof. Dr. Michael Kohlhase	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Michael Kohlhase	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geschichte und Begriffsbestimmung der Digitalen Geistes- und Sozialwissenschaften</li> <li>• Grundlegende und anwendungsorientierte Programme für die Digitalen Geistes- und Sozialwissenschaften</li> <li>• Überblick über Methoden und praktische Anwendungsmöglichkeiten der Digitalen Geistes- und Sozialwissenschaften und ihre technischen Grundlagen</li> <li>• anwendungsorientierte Vermittlung der Schnittstellen zwischen Technologie und Geistes- und Sozialwissenschaften</li> <li>• Überblick über die thematischen Schwerpunktbereiche Text, Sprache, Bild, Medien, Gesellschaft, Raum</li> <li>• Sensibilisierung für Rechtsfragen im Umgang mit digitalen Daten</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Wissen Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erlernen die Geschichte der Digital Humanities</li> <li>• kennen die thematische Breite des Faches</li> <li>• kennen fachspezifische Terminologie und können sie in Diskussionen und schriftlichen Arbeiten anwenden</li> <li>• erlernen die Grundlagen der theoretischen Methoden</li> </ul> <p>Verstehen Die Studierenden -können durch die Geschichte und Inhalte des Faches reflektiert wiedergeben</p> <p>Anwenden Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können die fachspezifische Terminologie in Diskussionen und schriftlichen Arbeiten anwenden</li> <li>• sind in der Lage Softwarelösungen für geistes- und sozialwissenschaftliche Fragestellungen zu verwenden</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• übertragen die Standards zur guten wissenschaftlichen Praxis in den eigenen Arbeiten</li> <li>• Erschaffen</li> </ul> <p>Die Studierenden -passen Softwarelösungen für Geistes- und Sozialwissenschaftliche Fragestellungen an</p> <p>Evaluieren Die Studierenden -entscheiden auf Grund ihrer Kenntnisse über die notwendige methodologische Vorgehensweise bei Datenanalysen</p> <p>Kompetenzen Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• organisieren ihre Zeit so, dass Vor- und Nachbereitung der Lehrveranstaltungen angemessen durchgeführt werden können;</li> <li>• planen ihre Prüfungsvorbereitung langfristig;</li> <li>• ergänzen das Material um eigene Beispiele;</li> <li>• bearbeiten Beispiele und Aufgaben aus Vorlesungen und Übungen selbständig nach;</li> <li>• übernehmen selbst Verantwortung für die Aneignung des Stoffs;</li> <li>• arbeiten kontinuierlich und vermeiden das Hinausschieben von Arbeiten</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Digital Humanities Bachelor of Science Data Science 20221
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich/mündlich schriftlich/mündlich schriftlich/mündlich
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich/mündlich (0%) schriftlich/mündlich (0%) schriftlich/mündlich (0%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	2 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 77891	<b>DH-Modul 1: Schwerpunkt Sprache und Text</b> DH module 1: Language and text	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: DH 1 - Sprache und Text (4.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Andreas Blombach Prof. Dr. Stephanie Evert	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	apl. Prof. Dr. Friedrich Michael Dimpel Prof. Dr. Stephanie Evert	
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Repräsentation und Verarbeitung von Textdaten</li> <li>• Strukturierte Auszeichnungsformate</li> <li>• Datenbanken</li> <li>• Erstellung von Korpora und digitalen Editionen</li> <li>• Indexierung und Suche</li> <li>• Quantitative Auswertung</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden erlernen grundlegende Fähigkeiten in den Bereichen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Repräsentation und Verarbeitung von Textdaten</li> <li>• Strukturierte Auszeichnungsformate</li> <li>• Datenbanken</li> <li>• Erstellung von Korpora und digitalen Editionen</li> <li>• Indexierung und Suche</li> <li>• Quantitative Auswertung</li> </ul> <p>Im Rahmen des Seminars erwerben sie Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sich eigenständig Wissen aus Lehrbüchern, Tutorien und Online-Materialien anzueignen</li> <li>• einschlägige Fachliteratur zu erschließen</li> <li>• ihr Wissen mit Unterstützung elektronischer Präsentationsprogramme zu vermitteln</li> <li>• und konstruktive Diskussionen zu führen</li> </ul> <p>Im Rahmen der Übung erwerben sie praktische Fähigkeiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zur Erstellung von Korpora und digitalen Editionen</li> <li>• zur Nutzung korpus- und computerlinguistischer Werkzeuge</li> <li>• zur kritischen Analyse und Interpretation von Textdaten auf Basis von Suchwerkzeugen und quantitativen Auswertungen</li> <li>• zur Selbstorganisation und effizienten Zeiteinteilung</li> <li>• sowie für die Teamarbeit zur Durchführung komplexer Aufgaben</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Digital Humanities Bachelor of Science Data Science 20221	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	



12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Wiederholung der Prüfungen</b>	Die Prüfungen dieses Moduls können nur einmal wiederholt werden.
14	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
15	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
16	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
17	<b>Literaturhinweise</b>	Jannidis, Fotis / Kohle, Hubertus / Rehbein, Malte (Hrsg.): Digital Humanities. Eine Einführung. Stuttgart: Metzler, 2017. [im Volltext über UB verfügbar; neue Auflage erscheint im Juli] Jannidis, Fotis / Kohle, Hubertus / Rehbein, Malte (Hrsg.): Digital Humanities. Eine Einführung. Stuttgart: Metzler, 2017. [im Volltext über UB verfügbar; neue Auflage erscheint im Juli]

1	<b>Modulbezeichnung</b> 77893	<b>DH-Modul 3: Schwerpunkt Bild und Medien</b> DH module 3: Visual media	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: DH-3: Bild und Medien	-
3	Lehrende	Dr. Sabine Lang Dr.-Ing. Frank Bauer	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr.-Ing. Frank Bauer	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Gegenstand des Moduls ist der Schwerpunkt Bild und visuelle Medien im Bereich der Digital Humanities. Die einzelnen Themenkomplexe werden jeweils aus der Perspektive der Informatik sowie der Humanities präsentiert und analysiert. Dazu gehören u.a.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bildverarbeitung, Graphische Datenverarbeitung, Pattern recognition, Computer Vision,</li> <li>• Bild- und Objektdatenbanken</li> <li>• Visualisierung</li> <li>• 3D: Scanningverfahren, 3D-Reproduktion und Rekonstruktion</li> <li>• Augmented / Virtual Reality</li> <li>• Interaktive Bildmedien</li> <li>• Digitale Bild- und Medientheorie/ -technik</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• vertiefen die Grundlagen der Bildverarbeitung</li> <li>• testen grundlegende Graph-, Baum- und Bildverarbeitungs-Algorithmen</li> <li>• kennen, analysieren und arbeiten effizient mit Bild- und Objektdatenbanken</li> <li>• unterscheiden Konzepte der Visualisierung</li> <li>• wenden 3D-Techniken an,</li> <li>• erstellen und hinterfragen Ansprüche und Möglichkeiten der 3D-Reproduktion und Rekonstruktion</li> <li>• entwickeln Projekte zum Einsatz von VR/AR</li> <li>• kennen die Grundlagen der Interaktiven Bildmedien und verschiedene Anwendungsbereiche</li> <li>• skizzieren ausgewählte Ansätze der Digitalen Bild- und Medientheorie/ -technik</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Digital Humanities Bachelor of Science Data Science 20221	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Portfolio	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Portfolio (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	

13	<b>Wiederholung der Prüfungen</b>	Die Prüfungen dieses Moduls können nur einmal wiederholt werden.
14	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
15	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
16	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch Englisch
17	<b>Literaturhinweise</b>	

# Geowissenschaften

1	<b>Modulbezeichnung</b> 64930	<b>Kompetenzseminar zum Klimawandel: Grundlagen- u. Kompetenzen zu Nachhaltigkeitsherausforderungen</b> Skills seminar climate change: Fundamentals and skills for sustainability challenges	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Kompetenzseminar zum Klimawandel [Modulstudien Naturale + Freier Bereich Lehramtsstudierende + Nebenfach] (2.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Katrin Schwarzfischer Dr. Anette Regelous	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Jennifer Adolph Dr. Anette Regelous
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachvorträge von verschiedenen Experten zum Klimawandel aus den Naturwissenschaften, Wirtschaftswissenschaften, der Pädagogik sowie von Lehrpersonen aus der Praxis</li> <li>• Motivation zum ehrenamtlichen gesellschaftlichen Engagement</li> <li>• Science Communication im Themenfeld des Klimawandels</li> <li>• Aktuelle fachwissenschaftliche und gesellschaftliche Diskurse zum Klimawandel</li> <li>• Persönliche und globale Konsum- und Lebensstile und ihre potentiellen Folgewirkungen</li> <li>• Nachhaltigkeitsaspekte aus den Natur-, Geistes- und Wirtschaftswissenschaften</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können umfassende, transdisziplinäre wissenschaftliche Erkenntnisse zu den aktuellen gesellschaftlichen Diskussionen rund um die Thematik Klimawandel wiedergeben und erläutern</li> <li>• entwickeln die Bereitschaft zu eigenem gesellschaftlichen Engagement</li> <li>• kennen unterschiedliche Ansätze zu Science Communication im Themenfeld Klimawandel</li> <li>• Argumentationskompetenz und kritische Reflexion der Thematik Klimawandel vorweisen</li> <li>• Kreativitätsmethoden zur Erstellung pädagogischer Konzepte darstellen und umsetzen</li> <li>• Teamfähigkeiten und soziale Kompetenzen stärken</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Geowissenschaften Bachelor of Science Data Science 20221
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung (15 Minuten)

11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 21 h Eigenstudium: 129 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

# Medical Data Science

1	<b>Modulbezeichnung</b> 22801	<b>Grundlagen der Anatomie und Physiologie</b> Foundations of anatomy and physiology	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Grundlagen der Anatomie und Physiologie für Medizintechniker, Naturwissenschaftler und Ingenieure (2.0 SWS, )	-
3	Lehrende	Prof. Dr. Peter Soba Prof. Dr. Christian Alzheimer Dr. Jana Dahlmanns	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr.-Ing. Aldo Boccaccini	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Die Grundlagen der menschlichen Physiologie und Anatomie werden betrachtet. Dabei wird das grundlegende menschliche Nervensystem, Auge, Ohr, das somatosensorische System und die zentrale Motorik des Menschen betrachtet. Im zweiten Teil der Vorlesung wird das Herz-Kreislauf System sowie das Magen-Darm System und der Blut- und Atmungskreislauf erklärt.</p> <p><b>Content:</b> The fundamentals of human physiology and anatomy are considered. The basic human nervous system, eye, ear, somatosensory system and central motor system are considered. In the second part of the lecture, the cardiovascular system is explained, as well as the gastrointestinal system and the blood and respiratory circulation.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p><b>Die Studierenden</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>kennen den grundlegenden Aufbau des menschlichen Körpers.</li> <li>verstehen die Mechanismen des Blut- und Atmungskreislaufs, Motorik und des Herz- Kreislaufsystems.</li> </ul> <p><b>Educational Goals and Competences:</b> The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>know the fundamental structure of the human body.</li> <li>understand the mechanisms of blood and breathing circulation, motor function and the cardiovascular system.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Medical Data Science Bachelor of Science Data Science 20221	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (45 Minuten) derzeit mündliche Prüfung (15 Min.) currently taking an oral exam (15 min.)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester	



13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	2 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Geeignete begleitende Literatur wird in der Vorlesung genannt./ Relevant accompanying literature will be detailed during the lecture.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96835	<b>Seminar und Praktikum Biosignalverarbeitung</b> Seminar and laboratory course: Biosignal processing	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Jana Dahlmanns apl. Prof. Dr. Clemens Forster	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Es werden verschiedene klinisch orientierte Methoden vorgestellt, mit denen verschiedene Vitalparameter am Menschen erfasst werden. Dazu werden zunächst die theoretischen Grundlagen im Seminar mittels Referaten vorgestellt. Anschließend werden im Praktikum entsprechende Versuche und Messungen durchgeführt. Zu jedem Praktikum muss eine Ausarbeitung (Praktikumsbericht) erstellt werden, in der Ergebnisse und Beobachtungen mit gängigen Methoden der Signalverarbeitung weiter analysiert und diskutiert werden.</p> <p>In this module, various clinically oriented methods are presented with which different vital parameters are recorded in humans. To this end, the theoretical principles are first presented in the seminar by means of lectures. Subsequently, corresponding experiments and measurements are carried out in the practical course. A report must be written for each practical course in which the results and observations are further analyzed and discussed using standard signal processing methods.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Inhalt des Seminars: Vorstellung klinisch relevanter Biosignale, Verfahren zu deren Ableitung und Weiterverarbeitung. In 7 Praktikumsnachmittagen werden Versuche und Messungen an den Teilnehmern durchgeführt und die abgeleiteten Signale sollen anschließend mit verschiedenen Verfahren nachbearbeitet werden. Folgende Versuche sind vorgesehen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ableitung des EKG. Auswertung dazu: Einfluss von Abtastfrequenz und Filtereinstellung, Detektion und Eliminierung von Störungen, QRS-Detektion und Analyse von Spätpotentialen.</li> <li>• Nerv- und Muskelsignale: Ableitung von EMG und ENG zur Bestimmung der Nervenleitgeschwindigkeit. Prinzip der elektrischen Stimulation von Nerv und Muskel.</li> <li>• Spirometrie: Atemvolumina und deren Messung mittels Spirometrie. Messung des Atemwegswiderstandes und dessen Abhängigkeit von der Atemstellung. Automatische Bestimmung der gesuchten Größen.</li> <li>• Kreislauf: Messung des Blutdrucks nach Riva-Rocci, mittels automatischen Geräten und kontinuierlich. Analyse der Blutdruckregelung bei Belastung (Orthostase, körperliche Anstrengung). Analyse der Herzfrequenz in Abhängigkeit von der Atmung. Herzratenvariabilität.</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• EEG: Ableitung eines EEG. Klassifikation hinsichtlich der Frequenzanteile. Ableitung und Auswertung ereigniskorrelierter Potentiale im EEG.</li> <li>• Otoakustische Emissionen (OAE): Auslösen und Registrieren von OAE bei verschiedenen Lautstärken. Analyse von OAE.</li> <li>• Demonstration verschiedener Geräte und Verfahren zur Untersuchung am Patienten: Sensorische und akustische Schwellenmessungen, Gleichgewichtsregulation, Untersuchung der Farbempfindung, Gesichtsfeldmessung (Perimetrie).</li> </ul> <p>Content of the seminar: Presentation of clinically relevant biosignals, methods for their derivation and further processing. In 7 practical sessions, experiments and measurements will be carried out on the participants and the derived signals will then be post-processed using various methods. The following experiments will be carried out:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recording of the ECG. Evaluation of this: Influence of sampling frequency and filter setting, detection and elimination of interference, QRS detection and analysis of late potentials.</li> <li>• Nerve and muscle signals: recording of EMG and ENG to determine the nerve conduction velocity. Principle of electrical stimulation of nerve and muscle.</li> <li>• Spirometry: respiratory volumes and their measurement using spirometry. Measurement of airway resistance and its dependence on breathing position. Automatic determination of the required parameters.</li> <li>• Circulation: Measurement of blood pressure according to Riva-Rocci, using automatic devices and continuously. Analysis of blood pressure regulation during exercise (orthostasis, physical exertion). Analysis of heart rate as a function of breathing. Heart rate variability.</li> <li>• EEG: recording of an EEG. Classification with regard to frequency components. Recording and evaluation of event-related potentials in the EEG.</li> <li>• Otoacoustic emissions (OAE): triggering and recording of OAE at different volumes. Analysis of OAEs.</li> <li>• Demonstration of various devices and procedures for examination on patients: sensory and acoustic threshold measurements, balance regulation, examination of color perception, visual field measurement (perimetry).</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<p>Grundlagen der Anatomie und Physiologie für Medizintechniker, Naturwissenschaftler und Ingenieure</p> <p>Fundamentals of Anatomy and Physiology for Engineers</p>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Medical Data Science Bachelor of Science Data Science 20221

10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch oder Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 96838	<b>Computational Medicine I</b>	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Michael Döllinger	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Die Vorlesung vermittelt die Anwendung von computergestützten experimentellen und numerischen Methoden auf dem Gebiet der Stimmforschung. Es wird gezeigt, wie im Ingenieursstudium erlernte Methoden und Techniken in der medizinischen/klinischen Forschung zur Anwendung kommen. Dies wird anhand des Stimmstehungsprozesses dargestellt, der strömungs- und strukturmechanische sowie akustische Aspekte umfasst. Die große Herausforderung in der Stimmforschung ist dabei, dass der Stimmstehungsprozess am lebenden Menschen nur sehr eingeschränkt untersucht werden kann, da im menschlichen Kehlkopf Messsonden und Sensoren nur sehr schwer oder überhaupt nicht platziert werden können.</p> <p>Aus diesem Grund werden in dieser Vorlesung neben der Vermittlung der relevanten Physiologie und Anatomie, experimentelle und numerische Modellierungsstrategien, visuelle und Laser-gestützte Techniken zur in vivo Visualisierung der Stimmlippenschwingung und kombinierte experimentell-numerische Methoden zur Analyse des Fluid-Struktur-Akustik-gekoppelten Prozesses erarbeitet. Hierbei werden folgende Techniken und Methoden vermittelt:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Endoskopietechniken auf Basis digitaler Hochgeschwindigkeitskameras</li> <li>2) Digitale Bildverarbeitung und -analyse: klassische und moderne Deep Learning Verfahren</li> <li>3) 3D Laserstützte Highspeed-Visualisierung der Stimmlippenschwingung</li> <li>4) Entwicklung von klinischen Diagnostik- und Analysetechniken zur objektiven Beurteilung von Pathologien</li> <li>5) Numerische Modellierung der Stimmlippendynamik mit Massenmodellen und Finiten Elementen</li> <li>6) Numerische Simulation der Kehlkopfströmung und der Interaktion mit den Stimmlippen</li> <li>7) Numerische Simulation der Schallentstehung auf Basis der Kehlkopfströmung</li> <li>8) Experimentelle Modellierung des Kehlkopfes: synthetische und exzidierte Kadaver-Modelle</li> <li>9) Optimierungsverfahren zur multimodalen Analyse von klinischen Hochgeschwindigkeitsaufnahmen mittels numerischer Stimmlippenmodelle</li> <li>10) Analyse und Bearbeitung generierter Daten</li> </ol>	

		<p>The lecture communicates the application of computer controlled experimental and numerical methods in the area of physiological and pathological speech communication and speech production. It is communicated how learned theory and learned methods can be applied in medical and clinical oriented research. The main focus is on the process of voice production with its complex physical fluid-structure-acoustic interactions (FSAI). The challenge in clinical routine is the limited accessibility of the larynx where the sound is actually produced. This limited access makes it very difficult to place sensors and measurement tools directly in the living human.</p> <p>Hence, the lecture (1) briefly communicates relevant physiology and anatomy being requisite to actually understand the problem. (2) Experimental and numerical model strategies, visual and laser based techniques for visualization and (3) experimental / numerical methods for analysis of the fluid-structure-acoustic interaction are communicated. This includes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Imaging by High-speed-video endoscopy (&gt;4000 fps)</li> <li>2) Image processing and image analysis: classical approaches and machine learning based</li> <li>3) 3D laser based high-speed visualization</li> <li>4) Development of clinical diagnostic approaches for quantitative judgement of disorders</li> <li>5) Numerical modelling of laryngeal dynamics by lumped-mass and 3D-FVM models</li> <li>6) Numerical simulation of laryngeal airflow and interaction with the vocal folds</li> <li>7) Numerical simulation of generated acoustics</li> <li>8) Experimental model of laryngeal processes using synthetic and ex-vivo cadaver models</li> <li>9) Parameter optimization of numerical models towards real laryngeal dynamics</li> <li>10) How to analyse generated data</li> </ol>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden verstehen das systematische Vorgehen beim Erstellen und Verarbeiten von medizinischen Daten im Bereich der Grundlagen- und klinischen Forschung.</p> <p>The systematic process chain including generation, simulations, analysis and interpretation of multi-modal based data (clinical/ experimental/numerical) within basic and clinical research will be communicated.</p>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	-
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Medical Data Science Bachelor of Science Data Science 20221

10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	mündlich Mündliche Prüfung, 100% Oral, 100%
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	mündlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch Deutsch oder Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47582	<b>Systems Immunology and Infectiology</b> Systems immunology and infectiology	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Systems Immunology and Infectiology (4.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Frederik Graw	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Frederik Graw	
5	<b>Inhalt</b>	The lecture will cover selected topics in systems immunology and infectiology, which aim at revealing the complex dynamical processes during infection, inflammation and cancer. We will learn different concepts of using mathematical models and computational methods to address fundamental questions of immune and infection dynamics. This includes among others the spread of pathogens within hosts, the dynamics of immune responses and the evolution of drug resistance. In the various lectures, we will investigate how different data analytical methods and concepts (e.g., from mathematical modelling, bioinformatics and ML) play a pivotal role in understanding infection and immunity. The lectures are accompanied by tutorials with practical exercises, including small programming exercises in R.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	The participants will learn <ul style="list-style-type: none"> <li>• to analyse immunological and virological data</li> <li>• to apply basic methods for analysing dynamic processes</li> <li>• to use basic concepts of mathematical modelling to study complex systems and dynamics</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	The following prerequisites are strongly recommended <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic knowledge of mathematics and dynamical systems (ordinary differential equations, statistics)</li> <li>• Basic knowledge of the programming language R</li> <li>• Interest in data analytical methods</li> </ul>	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 1	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Medical Data Science Bachelor of Science Data Science 20221 This course is appropriate for students within their last year of BSc in quantitative disciplines or MSc students interested in immunological data sciences (e.g. BSc/MSc Artificial Intelligence; BSc/MSc Data Science; MSc Medical Engineering; MSc Molecular Medicine; MSc Integrated Life Sciences; MSc Integrated Immunology).	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel Oral examination at end of semester	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	



13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keeling MJ &amp; Rohani P: Modeling Infectious Diseases in Humans and Animals, Princeton Univ. Press 2009</li> <li>• Nowak MA &amp; May RM: Virus dynamics, Oxford Univ. Press 2000</li> <li>• Murray JD: Mathematical Biology II – Spatial models and Biomedical applications, Springer 2004</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47581	<b>Seminar Quantifying lymphocyte dynamics</b> Seminar: Quantifying lymphocyte dynamics	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Quantifying lymphocyte dynamics (2.0 SWS)	-
3	Lehrende	Prof. Dr. Frederik Graw	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Frederik Graw	
5	<b>Inhalt</b>	Quantifying and understanding the dynamics of immune cells, i.e., lymphocytes, during health and disease is an important prerequisite for the design of appropriate treatment regimens and vaccination approaches. In this seminar, we will discuss the combination of different types of experimental data with various mathematical, computational and data analytical methods to quantify the generation, proliferation and differentiation dynamics of immune cells. We will see how the advancement of experimental methods, such as cellular barcoding or scRNA-seq, requires more sophisticated data analytical methods, including concepts from machine learning, and how this has advanced our understanding of lymphocyte dynamics.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	The participants will present various concepts based on scientific papers, discussing the experimental approaches in combination with the mathematical methods. Participants will <ul style="list-style-type: none"> <li>• learn to combine experimental data and data analytical methods to infer immunological processes</li> <li>• learn to carefully interpret various data types</li> <li>• learn the promises and limitations of different immunological data</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	This interdisciplinary seminar is intended for students with a background in the life sciences and interest for data analytical methods and/or for students from quantitative subjects (AI, Data Science, Mathematics, (Bio-)Physics). Basic knowledge of mathematics (ordinary differential equations, statistics) and interest in interdisciplinary work is strongly recommended.	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	Semester: 3	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Medical Data Science Bachelor of Science Data Science 20221 This course is appropriate for students within their last year of BSc in quantitative disciplines or MSc students interested in immunological data science (e.g. BSc/MSc Artificial Intelligence; BSc/MSc Data Science; MSc Medical Engineering; MSc Molecular Medicine; MSc Integrated Life Sciences; MSc Integrated Immunology).	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung Successful participation of the course will be based on <ul style="list-style-type: none"> <li>• Individual presentation</li> <li>• Written assignment (10-15 pages)</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participation in the seminars and discussions</li> </ul>
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Exemplary articles:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• De Boer et al.: Quantifying T lymphocyte turnover, J. Theo Biol. 2013</li> <li>• Gossel et al.: Memory CD4 T cell subsets are kinetically heterogeneous and replenished from naive T cells at high levels, Elife 2017</li> <li>• Gerlach et al.: Heterogeneous Differentiation Patterns of Individual CD8+ T Cells, Science 2013</li> <li>• Pei et al.: Using Cre-recombinase-driven Polylox barcoding for in vivo fate mapping in mice. Nat. Protocols 2019</li> <li>• Saelens et al.: A comparison of single-cell trajectory inference methods, Nat Biotechn. 2019</li> </ul>

# Physik

1	<b>Modulbezeichnung</b> 66061	<b>Experimentalphysik 1 + 2: Mechanik, Wärmelehre und Elektrodynamik</b> Experimental physics 1 + 2: Mechanics, thermodynamics and electrodynamics	<b>15 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	<p>Übung: Übungen zur Experimentalphysik 1 für Physikstudierende: Mechanik (2.0 SWS, WiSe 2024)</p> <p>Vorlesung: Experimentalphysik 1 für Physikstudierende: Mechanik (5.0 SWS, WiSe 2024)</p> <p>Vorlesung: Experimentalphysik 2 für Physikstudierende: Wärmelehre und Elektrodynamik (5.0 SWS, SoSe 2024)</p> <p>Übung: Übungen zur Experimentalphysik 2 für Physikstudierende: Wärme und Elektrodynamik (2.0 SWS, )</p>	<p>-</p> <p>7,5 ECTS</p> <p>7,5 ECTS</p> <p>-</p>
3	Lehrende		

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Peter Hommelhoff Prof. Dr. Janina Maultzsch Prof. Dr. Christopher van Eldik Prof. Dr. Joachim Zanthier
5	<b>Inhalt</b>	<p><b>Mechanik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführendes: Gebiete der Physik, Längen- und Geschwindigkeitsskalen, Abgrenzung klassische/ Quanten-/ relativistische Physik; Physikalische Größen; Messungen und Messfehler</li> <li>• Mechanik eines Massenpunktes: Bewegung auf Raumkurven, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Drehbewegungen, Längen- und Zeitmessung; Masse, Impuls, Impulserhaltung; Newtonsche Gesetze; Kraftfelder, Arbeit, Potential, Energie, Energiesatz, Leistung; Bewegungsgleichungen; Drehimpuls, Drehmoment</li> <li>• Bewegte Bezugssysteme und spezielle Relativitätstheorie: Klassisch: Inertialsysteme und Galilei-Transformation; Beschleunigte Bezugssysteme, Scheinkräfte (insb. Zentrifugal, Coriolis); Spezielle Relativitätstheorie: Konstanz der Lichtgeschwindigkeit und ihre Konsequenzen; Lorentz-Transformation; relativistische Phänomene (insbesondere Zeitdilatation, Längenkontraktion, Zwillingsparadoxon); Vierervektoren, Lorentz-Skalarprodukt, relativistische Energie-Impuls-Beziehung</li> <li>• Systeme von Massenpunkten und Stöße: Schwerpunkt, Schwerpunktbewegung, Erhaltungssätze; Stöße: Elastische/ inelastische Stöße, Streuprozesse, relativistische Stöße; Gravitation und Planetenbewegungen, Keplersche Gesetze</li> <li>• Dynamik starrer Körper: Darstellung von Volumen und Masse als Volumenintegrale; Rotationsenergie, Drehimpuls, Trägheitsmoment; Bewegung des starren Körpers (Kinematik, Gleichgewichtslage, Abrollen);</li> </ul>

Bewegungsgleichungen (Rotation um feste Achse, freier Kreisel: Nutation, Präzession, Stabilität von Drehachsen)

- Deformierbare feste und flüssige Materialien: Reibung zwischen festen Körpern; Elastische Deformationen (Hooke, Kontraktion, Scherung, Torsion, Biegung); Hydrostatik (Statischer Druck, Auftrieb); Flüssigkeitsgrenzflächen (Oberflächenspannung, Kapillarität); Strömungen (Reibungsfrei: Bernoulli; mit Reibung: Laminar (Hagen-Poiseuille), turbulent (Navier-Stokes); Aerodynamik, cw-Wert, aerodynamische Phänomene)
- Gase: Kompressibilität, barometrische Höhenformel; kinetische Gastheorie (Druck, Verbindung zu absoluter Temperatur, Stoßquerschnitt, freie Weglänge); Maxwell-Verteilung
- Schwingungen und Wellen: Schwingungen: Freier Oszillator, erzwungene Schwingungen, Resonanz, gekoppelte Schwingungen, Überlagerung von Schwingungen; Wellen: Beschreibung, Wellengleichung, Wellenphänomene (Reflexion, Brechung, Beugung, Überlagerung), stehende Wellen, bewegte Sender und Empfänger

#### **Wärmelehre**

- Temperatur und Wärmemenge: Wärmephänomene, Temperaturmessung; absolute Temperaturskala; innere Energie und spezifische Wärme; Schmelz- und Verdampfungswärme
- Wärmetransport: Konvektion, Wärmeleitung, Strahlung
- Hauptsätze der Thermodynamik: Zustandsgrößen; Zustandsänderungen und der erste Hauptsatz; Kreisprozesse, zweiter Hauptsatz; Entropie, reversible und irreversible Prozesse, dritter Hauptsatz
- Thermodynamik realer Flüssigkeiten und Gase: Van-der-Waals-Zustandsgleichung; Aggregatzustände und -umwandlungen, Phasendiagramme, kritischer und Tripelpunkt

#### **Elektrodynamik:**

- Elektrostatik: Elektrische Ladung; Coulomb-Gesetz; elektrostatisches Feld (Feldstärke, Fluss, 1. Maxwell, Potenzial, Spannung, Multipolentwicklung); Materie in elektrischen Feldern: Leiter, Influenz und Flächenladungen, Kondensatoren, Dielektrika; Energie des E-Feldes
- Elektrischer Strom: Ladungstransport und elektrischer Widerstand (Strom, Stromdichte, Ohm, Kirchhoffsche Regeln, Auf-/Entladen von Kondensatoren); Leitungsmechanismen, T-Abhängigkeit von Widerständen (Metalle, Halbleiter, dotierte Halbleiter, Diode, Transistor, Isolatoren, Phänomen der Supraleitung); Stromerzeugung und Strommessung (Galvanisches Element, Spannungsreihe, Brennstoffzelle, Akku, Thermoelement, Peltier-Effekt, Innenwiderstand)
- Statische Magnetfelder: Magnetische Wirkungen; Magnetfelder stationärer Ströme (gerader Leiter,

		<p>Spule); Ampèresches Gesetz; magnetischer Fluss, 2. Maxwell; Vektorpotenzial; Magnetfelder beliebiger Stromverteilungen, Biot-Savart, Ringstrom, Helmholtz-Spulen; Kräfte auf bewegte Ladungen im Magnetfeld (Lorentz-Kraft, Fadenstrahlrohr, <math>e/m</math>, Hall-Effekt, Definition des Ampère); Relativität von E- und B-Feldern</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Materie in Magnetfeldern: Magnetische Dipole (auch atomar); Magnetisierung und magnetische Suszeptibilität, Para-, Dia- und Ferromagnetismus (Hysteresis, Curie-Temperatur), Antiferro- und Ferrimagnete; Feldgleichungen in Materie, Felder an Grenzflächen, Elektromagnet</li> <li>• Zeitlich veränderliche Felder: Faradaysches Induktionsgesetz; 3. Maxwell; Induktionsphänomene, Selbstinduktion; Energie des magnetischen Feldes; Verschiebungsstrom, 4. Maxwell; Wechselspannung und Wechselstrom (Wechselstromkreise, Generator, Elektromotor, Transformator)</li> <li>• Elektromagnetische Schwingungen und Wellen: Schwingkreise; Hertzscher Dipol (offene Schwingkreise, Dipol-Strahlungsfeld, elektromagnetische Strahlungsquellen); Elektromagnetische Wellen im Vakuum (Wellengleichung, elektromagnetisches Frequenzspektrum); Polarisation; Energie- und Impulstransport, Poynting-Vektor; elektromagnetische Wellen in Resonatoren und Hohlleitern; elektromagnetische Wellen in Materie</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern und erklären die experimentellen Grundlagen und die quantitativ-mathematische Beschreibung mechanischer Vorgänge, der Wärmelehre und elektromagnetischen Phänomene gemäß den detaillierten Themen im Inhaltsverzeichnis</li> <li>• wenden die physikalischen Gesetze und jeweiligen mathematischen Methoden auf konkrete Problemstellungen an</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Physik Bachelor of Science Data Science 20221
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	<p>Klausur (120 Minuten)  Im Wintersemester wird eine 90 minütige Klausur als freiwillige Zwischenprüfung angeboten.  Klausurnoten 4.0-2.7 ergeben einen Bonus von 0.3 oder 0.4, Klausurnoten 2.3-1.0 ergeben einen Bonus von 0.6 oder 0.7 für die Gesamtnote des Moduls.</p>
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)

12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 180 h Eigenstudium: 270 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	2 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	



1	<b>Modulbezeichnung</b> 66082	<b>Astronomie</b> Astronomy	<b>10 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Astronomisches Praktikum (Bachelor Physik) (8.0 SWS, ) Übung: Übung zur Einführung in die Astronomie 1 (1.0 SWS, WiSe 2024) Vorlesung: Einführung in die Astronomie 1 (2.0 SWS, WiSe 2024) Praktikum: Astronomisches Praktikum (LAG) (8.0 SWS, ) Vorlesung: Einführung in die Astronomie 2 (2.0 SWS, ) Übung: Übung zur Einführung in die Astronomie 2 (1.0 SWS, ) Praktikum: Astronomisches Praktikum (Nicht-Physiker) (8.0 SWS, WiSe 2024)	- - 3 ECTS - - - -
3	Lehrende	Prof. Dr. Manami Sasaki	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Ulrich Heber Prof. Dr. Manami Sasaki Prof. Dr. Jörn Wilms
5	<b>Inhalt</b>	Das Modul gibt eine Beschreibung der wesentlichen Bestandteile des Universums und der naturwissenschaftlichen Methoden, die es uns erlauben, ihre Entfernungen, Größenskalen, Massen und physikalische Natur zu verstehen. Im Einzelnen werden behandelt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geschichtlicher Hintergrund der Astronomie</li> <li>• Sonnensystem: Planetenbewegung und Keplersche Gesetze, Eigenschaften der Planeten und der kleinen Objekte im Sonnensystem (Auswahl aus: innerer Aufbau der Planeten, planetare Oberflächen, Atmosphären, Ringe), extrasolare Planeten.</li> <li>• Sterne: Entfernungen, Temperaturen, Spektren, Massen, Hertzsprung-Russell-Diagramm, innerer Aufbau, Entstehung und Entwicklung, Endstadien der Sternentwicklung, Doppelsterne.</li> <li>• Milchstraße und andere Galaxien: Aufbau und Entwicklung, Klassifikation, kosmischer Materiekreislauf, Galaxienhaufen, ausgewählte Methoden der Entfernungsbestimmung.</li> <li>• Das Universum: Entstehung, Hubblesches Gesetz, 3K Hintergrundstrahlung, Entwicklung des Universums.</li> <li>• Astronomische Messmethoden: Aufbau und Benutzung astronomischer Teleskope, Spektroskopie, Detektoren</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• berichten über die wichtigsten Bestandteile des Universums und ihrer Entwicklung.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern Methoden zur Messung der Entfernungen von Sternen und Galaxien und wenden diese auf Messungen an.</li> <li>• bestimmen aus Messdaten Massen und Temperaturen astronomischer Objekte.</li> <li>• führen einfache astronomische Messungen selbst durch und werten die Ergebnisse aus.</li> <li>• beschreiben die in der Astronomie notwendige Extrapolation von Ergebnissen von Labormessungen auf astronomische Skalen.</li> <li>• bedienen typische astronomische Instrumente.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Physik Bachelor of Science Data Science 20221
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur Leistungsschein
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%) Leistungsschein (0%) Im Wintersemester wird eine 90 minütige Klausur als freiwillige Zwischenprüfung angeboten. Klausurnoten 3.0-2.3 ergeben einen Bonus von 0.3 oder 0.4, Klausurnoten 2.0-1.0 ergeben einen Bonus von 0.7 für die Gesamtnote des Moduls.
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 165 h Eigenstudium: 135 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	2 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• H. Karttunen, P. Kroger, H. Oja, [Fundamental Astronomy], Springer, 2003</li> <li>• M. Kutner, [Astronomy: A Physical Perspective], Cambridge Univ. Press, 2003</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 67156	<b>Quantum Computing</b> Quantum computing	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Quantum Computing (2.0 SWS) Übung: Quantum Computing - Übung (0.0 SWS) Übung: Quantum Computing - Übung	5 ECTS - -
3	Lehrende	Prof. Dr. Michael Hartmann	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Michael Hartmann	
5	<b>Inhalt</b>	<p>*Contents:*</p> <p>The course provides an introduction to quantum computing. The development of quantum hardware has progressed substantially in recent years and has now reached a level of maturity where first industrial applications are being explored. This course will introduce the fundamental ingredients of quantum algorithms, quantum bits and quantum gates, the most important hardware implementations and in particular algorithms that can run on near term hardware implementations of so called Noisy Intermediate Scale Quantum (NISQ) devices. The course will be completed with introductions to the basic concepts of error correction, which is needed in the next stage of development to fully exploit the potential of this emerging computing technology. Prerequisites: the main concepts of quantum theory, including quantum states, the Schrödinger equation, unitary evolution and measurements.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>*Learning goals and competences:*</p> <p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand the origin of the computation potential of quantum computers</li> <li>• understand key quantum algorithms, such as Deutsch algorithm, quantum phase estimation and Shor's algorithm</li> <li>• understand the working principle of quantum error correction and key error correcting codes</li> <li>• code quantum algorithms in a modern quantum programming language</li> <li>• are able to apply the learned methodology to example problems</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Physik Bachelor of Science Data Science 20221	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (90 Minuten)	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	

12	<b>Turnus des Angebots</b>	Unregelmäßig
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	The course will present all the relevant material. Useful additional reading contains "Quantum Computation and Quantum Information by Nielsen and Chuang (Cambridge Univ. Press), "Quantum Computing: A Gentle Introduction by Rieffel and Polak (MIT Press) as well as lecture notes by John Preskill available at <a href="http://theory.caltech.edu/~preskill/ph229/">http://theory.caltech.edu/~preskill/ph229/</a> and Ronald de Wolf available at <a href="https://homepages.cwi.nl/~rdewolf/qc19.html">https://homepages.cwi.nl/~rdewolf/qc19.html</a> .

# Wirtschaftsinformatik

1	<b>Modulbezeichnung</b> 83467	<b>Business Process Management</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: BPM (2.0 SWS) Übung: Ü: Business Process Management (2.0 SWS) Tutorium: T: Business Process Management (0.0 SWS)	5 ECTS - -
3	Lehrende	Charlotte Bahr Dr. Sven Weinzierl Prof. Dr. Martin Matzner	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Martin Matzner Dr. Sven Weinzierl
5	<b>Inhalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in Business Process Management</li> <li>• Der BPM-Lebenszyklus</li> <li>• Prozessidentifikation: Kontext, Prozessarchitekturen, Auswahl / Priorisierung von Prozessen zur Optimierung</li> <li>• Einführung in Prozessmodellierung mit BPMN</li> <li>• Fortgeschrittene Prozessmodellierung: Wiederholungen, Nachbesserungen, Ereignisse, Ausnahmen, Regeln, Best Practices</li> <li>• Prozessentdeckung: Methoden, Modellierung, Qualitätskontrolle</li> <li>• Qualitative Prozessanalyse</li> <li>• Quantitative Prozessanalyse</li> <li>• Prozess-Redesign: Hintergründe, Transaktionale Methoden, Transformative Methoden</li> <li>• Prozessgewahre Informationssysteme: Arten, Vorteile, Herausforderungen</li> <li>• Prozessimplementierung mit ausführbaren Modellen</li> <li>• Prozessüberwachung: Kontext und Ansätze, Techniken aus dem Process Mining, Performancemessung,</li> <li>• Techniken für Geschäftsprozessmanagement in wissensintensiven Prozessen</li> <li>• Business Process Management als Unternehmensfähigkeit</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erwerben fundierte Kenntnisse über Grundfragen, Begrifflichkeit und praktische Relevanz des Geschäftsprozessmanagements,</li> <li>• können zentrale Konzepte in der Prozessmodellierung und -automatisierung verstehen und erklären,</li> <li>• können verschiedene Arten von Modellierungsnotationen (imperativ, deklarativ) unterscheiden und erklären,</li> <li>• können verschiedene Stufen im BPM-Lebenszyklus und deren Anforderungen an Stakeholder verstehen und erklären,</li> <li>• sind in der Lage, Geschäftsprozesse in BPMN zu verstehen und zu modellieren,</li> <li>• sind in der Lage, Geschäftsprozesse zu analysieren und optimieren,</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>sind in der Lage, aus den umfangreichen Techniken, Notationen und Konzepten aus dem Business Process Management für den jeweiligen Einsatzbereich anwendbare zu wählen und einzusetzen.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wirtschaftsinformatik Bachelor of Science Data Science 20221
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur (60 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Dumas, M., La Rosa, M., Mendling, J., & Reijers, H. A. (2021). <i>Grundlagen des geschäftsprozessmanagements: Übersetzt von Thomas Grisold, Steven Groß, Jan Mendling, Bastian Wurm</i> . Springer Berlin Heidelberg.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 83466	<b>Implementing innovation</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Innovation Design - Cohort A (2.0 SWS) Vorlesung mit Übung: Digital Innovation: Platforms and Systems for Innovation (2.0 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Karl Rabes Matthäus Wilga Nina Lugmair Prof. Dr. Kathrin Möslein Layla Hajjam	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Kathrin Möslein	
5	<b>Inhalt</b>	Der Veranstaltungszyklus vermittelt zentrale Inhalte der Unterstützung und Gestaltung innovationsorientierter Unternehmens- und Wertschöpfungsstrategien im internationalen Kontext.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>erwerben fundierte Kenntnisse über die Analyse, Unterstützung und Gestaltung innovationsorientierter Unternehmens- und Wertschöpfungsstrategien.</li> <li>kennen die Stärken und Schwächen alternativer Gestaltungskonzeptionen.</li> <li>erwerben praktische Einblicke in die Durchführung und methodische Unterstützung von Innovationsprojekten.</li> <li>eignen sich durch gezielte Gruppenarbeiten und die interaktive Veranstaltungsform soziale Kompetenzen an,</li> <li>erarbeiten sich Reflexionsvermögen und können Kommilitonen wertschätzendes Feedback geben.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Erfolgreiches Absolvieren der Assessmentphase	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Wirtschaftsinformatik Bachelor of Science Data Science 20221	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Präsentation Hausarbeit Written assignment approx. 7 pages Presentation approx. 30 minutes	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Präsentation (50%) Hausarbeit (50%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch	





# Artificial intelligence in biomedical engineering (AIBE)

1	<b>Modulbezeichnung</b> 23070	<b>Biomedizinische Signalanalyse</b> Biomedical signal analysis	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Björn Eskofier Daniel Krauß	
5	<b>Inhalt</b>	<p><b>Inhalt</b> Im Rahmen der Vorlesung werden (a) die Grundlagen der Generation von wichtigen Biosignalen im menschlichen Körper, (b) die Messung von Biosignalen und (c) Methoden zur Analyse von Biosignalen erläutert und dargestellt. Behandelte Biosignale sind unter anderem Aktionspotential (AP), Elektrokardiogramm (EKG), Elektromyogramm (EMG), Elektroenzephalogramm (EEG), oder Mechanomyogramm (MMG). Bei der Messung liegt der Fokus beispielsweise auf der Messtechnik oder der korrekten Sensor- bzw. Elektrodenanbringung. Im größten Teil der Vorlesung, Analyse von Biosignalen, werden Konzepte zur Filterung für die Artefaktreduktion, der Wavelet Analyse, der Ereigniserkennung und der Wellenformanalyse behandelt. Zum Schluss wird einen Einblick in überwachte Verfahren der Mustererkennung gegeben. Für weitere Informationen, besuchen Sie bitte unseren zugehörigen StudOn Kurs.</p> <p><b>Content</b> The lecture content explains and outlines (a) basics for the generation of important biosignals of the human body, (b) measurement of biosignals, and (c) methods for biosignals analysis. Considered biosignals are among others action potential (AP), electrocardiogram (ECG), electromyogram (EMG), electroencephalogram (EEG), or mechanomyogram (MMG). The focus during the measurement part is for example the measurement technology or the correct sensor and electrode placement. The main part of the lecture is the analysis part. In this part, concepts like filtering for artifact reduction, wavelet analysis, event detection or waveform analysis are covered. In the end, an insight into pattern recognition methods is obtained. For more information, please visit our associated StudOn course</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p><b>Die Studierenden können nach erfolgreichem Abschluss des Kurses</b></p> <p><b>Fachkompetenz</b></p> <p><b>Wissen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>die Entstehung, Messung und Charakteristika der wichtigsten Biosignale des menschlichen Körpers wiedergeben</li> </ul> <p><b>Verstehen</b></p>	

- die wesentlichen Ursachen von Artefakten in Biosignalen erklären
- Zusammenhänge zwischen der Entstehung der Biosignale des menschlichen Körper und dem gemessenen Signal erklären
- Messmethoden der wichtigsten Biosignale erklären
- Filteroperationen zur Eliminierung von Artefakten erläutern
- bekannte Algorithmen der Verarbeitung bestimmter Biosignale erklären (z.B. Pan Tompkins für EKG)
- typische Komponenten und ihre Bedeutung in einer generischen Signalanalyse Kette erläutern
- die Struktur und Funktionsweise von Systemen zur maschinellen Klassifikation einfacher Muster darstellen

#### **Anwenden**

- Signalcharakteristiken im Zeit- und Frequenzbereich bestimmen
- Algorithmen der Biosignalverarbeitung anwenden und in Python implementieren
- Filteroperationen zur Eliminierung von Artefakten anwenden und in Python implementieren
- Methoden selbstständig auf interdisziplinäre Fragestellungen der Medizin und der Ingenieurwissenschaften anwenden
- das Ergebnis von typischen Filteroperationen abschätzen

#### **Analysieren**

- Filtercharakteristika von Schaltkreisen ableiten
- Algorithmen der Biosignalverarbeitung vergleichen
- Klassifikationsprobleme in Python lösen
- Typische Artefakte in Biosignalen erkennen und Lösungsstrategien vorschlagen

#### **Evaluieren (Beurteilen)**

- Biosignale mit medizinischen Normalwerten vergleichen und im medizinischen Kontext evaluieren
- Klassifikationsergebnisse beurteilen
- die Bedeutung der Biosignalverarbeitung für die Medizintechnik diskutieren
- Probleme in Gruppen kooperativ und verantwortlich lösen und in der Übungsgruppe bzw. im Forum diskutieren

#### **After completion of the course, students are able to**

#### **Knowledge**

- reproduce the generation, measurement, and characteristics of important biosignals of the human body

#### **Understanding**

- explain the causes of artifacts in biosignals
- explain relations between the generation of biosignals and the measured signal
- explain methods for the measurement of important biosignals
- explain filter operations for the reduction of artifacts

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• explain algorithms for the analysis of important biosignals (e.g. Pan Tompkins for EKG)</li> <li>• explain typical components and their importance in the signal analysis chain</li> <li>• explain the structure and functioning of systems for machine learning and pattern recognition</li> </ul> <p><b>Application</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• determine signal characteristics in the time and frequency domain</li> <li>• apply and implement algorithms for signal analysis in Python</li> <li>• implement filter operations for the reduction of artifacts in Python</li> <li>• estimate the result of filter operations</li> <li>• apply methods to interdisciplinary problems in medicine and medical engineering</li> </ul> <p><b>Analyze</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• derive filter characteristics from electric circuits</li> <li>• compare signal analysis algorithms</li> <li>• solve classification problems in Python</li> <li>• recognize typical artifacts in biosignals and propose solutions for their reduction</li> </ul> <p><b>Evaluation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• compare biosignals with medical norm values and evaluate them in a medical context</li> <li>• evaluate classification results</li> <li>• discuss the importance of biomedical signal analysis for medical engineering</li> <li>• solve and discuss problems in groups cooperatively in the group exercises and the online forum</li> </ul>
7	<p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b></p>	<p><b>Prerequisites</b></p> <p>The Biosig lectures and exercises do not have formal requirements. However, we expect you to have some knowledge about the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basics of Physiology and Anatomy (High-school level)</li> <li>•       <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Basic elements of electronic circuits (resistor, capacitor, inductor) and related equations</li> </ul> </li> <li>• Basic math: Integration, Differentiation, Limits</li> <li>•       <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Fourier Transform (qualitative understanding)</li> <li>◦ Basic filter types</li> <li>◦ z-plane (qualitative understanding)</li> </ul> </li> </ul> <p>Furthermore, some knowledge in the following topics will be beneficial to easily understand the content of the lecture:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Advanced filter concepts</li> <li>• z-plane math / z-transform / pole-zero plots</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Frequency domain math / detailed understanding of Fourier transform and its properties</li> <li>• Laplace transform</li> <li>• Basics of Python (for the exercises)</li> </ul> <p>If you want to refresh your knowledge on all the aforementioned topics, we recommend the following lectures and online resources: Note that some of them go beyond the requirements of this lecture for many topics!</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Signals and Systems I</li> <li>• Grundlagen der Anatomie und Physiologie für Medizintechniker</li> <li>• Video Series: Introduction to discrete Control (and further videos from this channel, as general introduction to filter and z-plane math)</li> <li>• A visual introduction to Fourier Transform</li> <li>• Udacity Python Course Course materials from the Stanford "Introduction to Scientific Python"</li> </ul>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Artificial intelligence in biomedical engineering (AIBE) Bachelor of Science Data Science 20221 Electronic Exam (in presence), 90min.
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	elektronische Prüfung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	elektronische Prüfung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• R.M. Rangayyan, Biomedical Signal Analysis: A case-study approach. 1st ed., 2002, New York, NY: John Wiley &amp; Sons.</li> <li>• E.N. Bruce, Biomedical Signal Processing and Signal Modeling. 1st ed., 2001, New York, NY: John Wiley &amp; Sons.</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44200	<b>Computational Neurotechnology / Numerische Neurotechnologie</b> Computational neurotechnology / Numerical neurotechnology	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Numerische Neurotechnologie - Übung (2.0 SWS)	2,5 ECTS
		Vorlesung: Numerische Neurotechnologie - Vorlesung (2.0 SWS)	5 ECTS
		Vorlesung mit Übung: Numerische Neurotechnologie - Vorlesung	-
		Vorlesung mit Übung: Computational Neurotechnology	-
3	Lehrende	Prof. Dr. Tobias Reichenbach	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Tobias Reichenbach	
5	<b>Inhalt</b>	Foundations of Computational Neuroscience and the processing of neural signals. Applications in the areas of artificial neural networks, Brain-Machine-Interfaces (BCIs) and neural prosthesis.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Can understand the principles of the analysis of neural signals</li> <li>• Can apply information theory for the description of neural activity</li> <li>• Can perform simulations of the dynamics of single neurons as well as of neural networks</li> <li>• Can evaluate different approaches to construct Brain-Machine-Interfaces (BCIs)</li> <li>• Can explain concepts for the design of neural prosthesis</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Artificial intelligence in biomedical engineering (AIBE) Bachelor of Science Data Science 20221	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 56 h Eigenstudium: 94 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	Dayan, Peter, and Laurence F. Abbott. Theoretical neuroscience: computational and mathematical modeling of neural systems. Computational Neuroscience Series, 2001.	

Gerstner, Wulfram, et al. Neuronal dynamics: From single neurons to networks and models of cognition. Cambridge University Press, 2014.

Oweiss, Karim G., ed. Statistical signal processing for neuroscience and neurotechnology. Academic Press, 2010.

Maurits, Natasha. From neurology to methodology and back: an introduction to clinical neuroengineering. Springer Science & Business Media, 2011.

Clément, Claude. Brain-Computer Interface Technologies. Springer International Publishing, 2019.

DiLorenzo, Daniel J., and Joseph D. Bronzino, eds. Neuroengineering. CRC Press, 2007.



1	<b>Modulbezeichnung</b> 44445	<b>Cognitive Neuroscience for AI Developers</b> Cognitive neuroscience for AI developers	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Cognitive Neuroscience for AI Developers (4.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Patrick Krauß Prof. Dr. Andreas Kist Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier Dr. rer. nat. Achim Schilling	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Neuroscience has played a key role in the history of artificial intelligence (AI), and has been an inspiration for building human-like AI, i.e. to design AI systems that emulate human intelligence.</p> <p>Neuroscience provides a vast number of methods to decipher the representational and computational principles of biological neural networks, which can in turn be used to understand artificial neural networks and help to solve the so called black box problem. This endeavour is called neuroscience 2.0 or machine behaviour. In addition, transferring design and processing principles from biology to computer science promises novel solutions for contemporary challenges in the field of machine learning. This research direction is called neuroscience-inspired artificial intelligence.</p> <p>The course will cover the most important works which provide the cornerstone knowledge to understand the biological foundations of cognition and AI, and applications in the areas of AI-based modelling of brain function, neuroscience-inspired AI and reverse-engineering of artificial neural networks.</p>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Explain the principles of neural information processing in the brain</li> <li>• compare and analyze methods from neuroscience to study neural networks</li> <li>• explain the neuroscientific underpinnings of artificial intelligence</li> <li>• explain principles and concepts of cognitive science</li> <li>• explain principles and concepts of neuroscience</li> <li>• compare and analyze machine learning methods to analyze neural data</li> <li>• explain approaches from deep learning to model brain function</li> <li>• discuss the commonalities of neuroscience and artificial intelligence</li> <li>• implement the presented methods in Python</li> <li>• explain concepts from cognitive neuroscience for the design of artificial intelligence systems</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!

9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Artificial intelligence in biomedical engineering (AIBE) Bachelor of Science Data Science 20221
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Variabel (90 Minuten)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Variabel (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 60 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<p>Gazzaniga, Michael. Cognitive Neuroscience - The Biology of the Mind. W. W. Norton &amp; Company, 2018.</p> <p>Ward, Jamie. The Student's Guide to Cognitive Neuroscience. Taylor &amp; Francis Ltd., 2019.</p> <p>Bermúdez, José Luis. Cognitive Science: An Introduction to the Science of the Mind. Cambridge University Press, 2014.</p> <p>Friedenberg, Jay D., and Silverman, Gordon W. Cognitive Science: An Introduction to the Study of Mind. SAGE Publications, Inc., 2015.</p> <p>Gerstner, Wulfram, et al. Neuronal dynamics: From single neurons to networks and models of cognition. Cambridge University Press, 2014.</p>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47666	<b>Bewegungsanalyse und biomechanische Grenzgebiete</b> Motion analysis and biomechanical boundary areas	<b>2,5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Bewegungsanalyse und biomechanische Grenzgebiete (2.0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Alexander Weiß Prof. Dr. Anne Koelewijn	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Anne Koelewijn Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker	
5	<b>Inhalt</b>	Anatomie des menschlichen Bewegungsapparates  Muskeln, Sehnen, Bänder, Knochen, Knorpel  Gelenkmechanik Kinematik  Bewegungsanalyse und Motion-Capturing-Systeme  Kinetik  Kraft- & Druckmessplatten, Bodenreaktionskräfte  Elektromyographie 3D-Modellierung in der Biomechanik  Segmentierung, 3D-Modelle  Simulation  FEM, MKS	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen:</p> <p>Die Studierenden verstehen die in der Biomechanik verwendete Technik und angewandte Methoden.</p> <p>Die Studierenden bestimmen die anatomischen Strukturen, die den aktiven bzw. passiven Bewegungsapparat aufbauen und somit Kraftentwicklung und Bewegungen ermöglichen.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage die in der technischen Mechanik erlernten Größen wie Kräfte und Momente auf anatomische Strukturen anzuwenden.</p> <p>Die Studierenden können die Funktion der im Rahmen der Kinematik verwendeten Systeme zum Motion-Capturing beschreiben und gegenüberstellen.</p> <p>Sie sind in der Lage, die in der Kinetik verwendeten Messsysteme wie Kraft- und Druckmessplatten in Aufbau und Funktion zu unterscheiden.</p> <p>Sie können die gemessenen Bodenreaktionskräfte und Kraft-Zeit-Verläufe interpretieren und in Zusammenhang mit Bewegungen und Kraftübertragung setzen.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage ein Vorgehen zur Messung von Muskelaktivitäten bei einer spezifischen Bewegung durch Elektromyographie zu entwerfen. Sie beschreiben die Funktion von EMG-Sensoren, unterschiedliche Filtertechniken, Arten der Ableitung wie auch Einflussfaktoren und erläutern diese.</p>	

		Die Studierenden beschreiben die Vorzüge der 3D-Modellierung im biomechanischen und orthopädischen Umfeld und können die unterschiedlichen Arten der Segmentierung gegenüberstellen. Die Studierenden sind in der Lage, Simulation im Maschinenbau und in der Biomechanik gegenüberzustellen und die Unterschiede zu konkretisieren. Sie beschreiben den grundsätzlichen Aufbau von Finiter-Elemente-Analyse (FEM) und Mehrkörpersimulation (MKS) und begründen die Funktion in biomechanischem Kontext.
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Artificial intelligence in biomedical engineering (AIBE) Bachelor of Science Data Science 20221
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	elektronische Prüfung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	elektronische Prüfung (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 0 h Eigenstudium: 75 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Deutsch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Relevante Literatur ist im online-Kurs zu den jeweiligen Kapiteln angegeben.

1	<b>Modulbezeichnung</b> 47673	<b>Network medicine</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. David Blumenthal	
5	<b>Inhalt</b>	Network medicine is an emerging research field which leverages techniques from molecular biology, bioinformatics, combinatorial optimization, and artificial intelligence to uncover potential disease mechanisms and candidates for causally effective treatments in heterogeneous molecular networks. In this seminar, students will dive into selected hot topics in network medicine.	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	Students will <ul style="list-style-type: none"> <li>• be able to explain hot topics in the field of network medicine,</li> <li>• be able to identify, understand, and contextualize relevant research literature,</li> <li>• be able to give a presentation for a scientific audience,</li> <li>• be able to write an academic report.</li> </ul>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Some prior knowledge in graph theory and/or network science is recommended.	
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!	
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Artificial intelligence in biomedical engineering (AIBE) Bachelor of Science Data Science 20221	
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung	
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Seminarleistung (100%)	
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester	
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h	
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester	
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch	
16	<b>Literaturhinweise</b>	All relevant literature will be made available in StudOn. For background reading, students can consult the following textbook: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Loscalzo, Joseph, Albert-László Barabási, and Edwin K. Silverman (eds.): Network Medicine: Complex Systems in Human Disease and Therapeutics. Harvard University Press, 2017.</li> </ul>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 93101	<b>AI in medical robotics</b>	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Franziska Mathis-Ullrich	
5	<b>Inhalt</b>	<p>This module is concerned with artificial intelligence technologies in medical robotics and with methods that establish different forms of intelligence in medical robotic systems. Participants will become familiar with the design and application of AI methods and algorithms for perception, motor control, planning, cognition and learning and with their application in biorobotic systems and robotic solutions for diagnosis and treatment. Application domains include minimally invasive surgery, motor rehabilitation, exoskeletons and assistive devices, as well as medical service robotics. The taught methods will be applied to application data during designated computer exercises that are integrated into the course.</p> <p>Topics include, but are not limited to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic principles and classification of artificial intelligence</li> <li>• Overview of medical robotic applications for AI methods and technologies</li> <li>• Perception in robotic surgery, rehabilitation robots and medical service robots</li> <li>• Motion planning in robotic surgery, rehabilitation robots and medical service robots</li> <li>• Adaptation and Learning in Human-Robotic Systems</li> <li>• Motion learning in robotic surgery, rehabilitation robots and medical service robots</li> <li>• Cognition in robotic surgery, rehabilitation robots and medical service robots</li> <li>• Application Example: Perception in a robotic surgery system</li> <li>• Application Example: Motor learning in a compliant upper-limb rehabilitation robot</li> <li>• Application Example: Locomotion in a medical service robot</li> </ul>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Students are able to employ artificial intelligence technologies and methods for applications in medical robotics.</li> <li>• They are capable of understanding and handling the complexity of biorobotic AI systems and have command of a versatile set of methods for analyzing and further advancing such systems.</li> <li>• They are able to combine different tools and methods to achieve intelligent perception, planning, control, learning and cognition in robotic solutions for minimally invasive surgery, motor rehabilitation robotics, and medical service robotics.</li> </ul>	

7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Participants should be familiar with fundamentals of linear algebra. It is advantageous but not required to have some prior knowledge on linear dynamic systems or basic probability theory.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Artificial intelligence in biomedical engineering (AIBE) Bachelor of Science Data Science 20221
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Wintersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 95811	<b>Medizintechnik II (Bildgebende Verfahren)</b> Medical engineering II (imaging techniques)	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Medizintechnik II Rechnerübung (2.0 SWS) Vorlesung: Medizintechnik II (4.0 SWS) Übung: Medizintechnik II Tafelübung (2.0 SWS) No. The module is offered in a hybrid format. About 26 students can attend the lecture in the course room, the rest of the participants can attend online (more information in StudOn).	- 3,75 ECTS 1,25 ECTS
3	Lehrende	Mischa Dombrowski Prof. Dr. Bernhard Kainz Annika Hofmann Marc Vornehm Prof. Dr. Florian Knoll	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Bernhard Kainz Prof. Dr. Florian Knoll
5	<b>Inhalt</b>	The MT II module is aimed at students of the medical engineering degree programme and is one of the basic lectures there in the field of informatics. Methods and devices that process and display the anatomy and function of the body for diagnosis and therapy are explained. Emphasis is placed on understanding and applying basic algorithms of medical image processing, such as segmentation, filtering and image reconstruction. Modalities presented include X-ray systems, computed tomography (CT), magnetic resonance imaging (MRI), optical coherence tomography (OCT) and ultrasound (US).
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	The students will <ul style="list-style-type: none"> <li>• recognise and reproduce essential methods and modalities of medical imaging</li> <li>• understand and explain basic physical principles of medical imaging</li> <li>• independently apply acquired knowledge of methods to interdisciplinary problems in medicine and engineering sciences</li> <li>• implement algorithms of medical imaging in the programming language Java</li> <li>• apply the contents of the lecture in independent but supervised project work to a concrete medical problem</li> <li>• acquire interface competence between engineering sciences and medicine</li> <li>• learn to present subject-related content clearly and in a manner appropriate to the target group</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!



9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Artificial intelligence in biomedical engineering (AIBE) Bachelor of Science Data Science 20221
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	schriftlich Project work: Implementation on the computer and written report (generally about 7 pages)
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	schriftlich (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 30 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	Arnulf Oppelt: Imaging Systems for Medical Diagnostics, Publicis Kommunikations AG, Erlangen, 2005

1	<b>Modulbezeichnung</b> 645618	<b>Human Computer Interaction</b> Human computer interaction	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Human Computer Interaction Exercises (1.0 SWS) Vorlesung: Human Computer Interaction (3.0 SWS)	1,25 ECTS 3,75 ECTS
3	Lehrende	Ann-Kristin Seifer Madeleine Flaucher Prof. Dr. Björn Eskofier Syrine Slim	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Björn Eskofier Madeleine Flaucher	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Das Modul vermittelt Konzepte, Prinzipien, Modelle, Methoden und Techniken für die effektive Entwicklung von benutzerfreundlichen Mensch-Computer-Schnittstellen. Das Thema moderner Benutzungsschnittstellen wird dabei für klassische Computer aber auch für mobile Geräte, eingebettete Systeme, Automobile und intelligente Umgebungen betrachtet.</p> <p>Die folgenden Themen werden im Modul behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion, historische Entwicklung</li> <li>• Entwurfsprinzipien und Modelle für moderne Benutzungsschnittstellen und interaktive Systeme</li> <li>• Informationsverarbeitung des Menschen, Wahrnehmung, Motorik, Eigenschaften und Fähigkeiten des Benutzers</li> <li>• Interaktionskonzepte und -stile, Metaphern, Normen, Regeln und Style Guides</li> <li>• Ein- und Ausgabegeräte, Entwurfsraum für interaktive Systeme</li> <li>• Analyse-, Entwurfs- und Entwicklungsmethoden und -werkzeuge für Benutzungsschnittstellen</li> <li>• Prototypische Realisierung und Implementierung von interaktiven Systemen, Werkzeuge</li> <li>• Architekturen für interaktive Systeme, User Interface Toolkits und Komponenten</li> <li>• Akzeptanz, Evaluationsmethoden und Qualitätssicherung</li> </ul> <p>Contents: The module aims to teach basic knowledge of concepts, principles, models, methods and techniques for developing highly user-friendly Human-Computer Interfaces. Beyond traditional computer systems, modern user interfaces are also discussed in the context of automobile and intelligent environments, mobile devices and embedded systems. This module addresses the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to the basics of Human-Computer Interaction</li> <li>• Design principles and models for modern user interfaces and interactive systems</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Information processing of humans, perception, motor skills, properties and skills of the users</li> <li>• Interaction concepts, metaphors, standards, norms and style guides</li> <li>• In- and output devices, design space for interactive systems</li> <li>• Analysis-, design- and development of methodologies and tools for easy-to-use user interfaces</li> <li>• Prototypic implementation of interactive systems</li> <li>• Architectures for interactive systems, User Interface Toolkits and components</li> <li>• Acceptance, evaluation methods and quality assurance</li> </ul>
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende entwickeln ein Verständnis für Modelle, Methoden und Konzepte der Mensch-Computer-Interaktion.</li> <li>• Sie lernen verschiedene Ansätze für den Entwurf, die Entwicklung und Bewertung von Benutzungsschnittstellen kennen und verstehen deren Vor- und Nachteile.</li> <li>• Die Teilnahme an der Veranstaltung versetzt Studierende in die Lage, einen Entwicklungsprozess in der Mensch-Computer-Interaktion zu verstehen und umzusetzen.</li> <li>• Sie werden weiterhin in die Lage versetzt, dies vor dem Hintergrund der Informationsverarbeitungsfähigkeit, Wahrnehmung und Motorik des Benutzers zu gestalten.</li> <li>• Passende Methoden der Evaluation sowie Akzeptanz- und Qualitätssicherung werden erlernt.</li> </ul> <p>Learning Objectives and Competences:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Students develop an understanding of models, methods and concepts in the field of Human-Computer Interaction.</li> <li>• They learn different approaches for designing, developing and evaluating User Interfaces and their advantages and disadvantages.</li> <li>• Joining the course enables students to understand and execute a development process in Human-Computer Interaction.</li> <li>• Students will be able to do a UI evaluation by learning the basics of information processing, perception and motoric skills of the user.</li> <li>• Appropriate evaluation methods, as well as acceptance and quality assurance aspects, will be learned.</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	Keine
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Artificial intelligence in biomedical engineering (AIBE) Bachelor of Science Data Science 20221
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur Electronic exam (in presence), 90min

11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%)
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	

1	<b>Modulbezeichnung</b> 903776	<b>Seminar Machine Learning and Data Analytics for Industry 4.0</b> Seminar machine learning and data analytics for industry 4.0	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt! Es besteht Anwesenheitspflicht.	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Björn Eskofier An Nguyen Johannes Roider	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Companies in all kinds of industries are producing and collecting rapidly more and more data from various sources. This is enabled by technologies such as the Internet of Things (IoT), Cyber-physical systems (CPS) and cloud computing. Hence, there is an increasing demand in industry and research for students and graduates with machine learning and data analytics skills in the Industry 4.0 context. The goal of this seminar is to give students insights about state-of-the-art machine learning and data analytics methods for industrial and business applications. In this seminar, the Industry 4.0 term will not only be limited to manufacturing processes, but comprise all business functions.</p> <p>Students will mainly work independently on either an implementation-centric or a research-centric topic. The implementation-centric topics will focus primarily on the implementation of algorithms and analytical components (using provided or open source datasets), while the research-centric topics will focus on researching and structuring literature of a specific field of interest. Several topics will be provided, but students are also encouraged to propose their own topics when applying for the seminar.</p> <p>In the regular meetings, students will learn about fundamentals and trends in Industry 4.0 from a machine learning perspective, common machine learning techniques and their implementation, project management of data analytics projects in businesses, as well as best practices for presentations and scientific work. The programme will be complemented by talks from invited experts in the domain. Furthermore, students will present results from literature research and data analytics projects.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Students will develop an understanding of the current hot field of machine learning and data analytics in businesses</li> <li>• Students will learn to research and present a topic within the context of machine learning and data analytics in businesses independently</li> <li>• Students will learn to identify opportunities, challenges and limitations of corresponding ML approaches in businesses</li> </ul>	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Students will develop the skill to identify and understand relevant literature and to present their findings in a structured manner</li> <li>• Students will learn to present implementation and validation results in form of a demonstration and/or report</li> </ul>
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prior knowledge of machine learning via courses like Pattern Analysis, Pattern Recognition, Deep Learning, Machine Learning for Time Series, or equivalent is expected. Alternatively, first data science project experience, for example as working student in a company, can be sufficient.</li> <li>• Motivation to explore scientific findings (e.g. via literature research)</li> <li>• Motivation to code and analyze data</li> </ul>
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Artificial intelligence in biomedical engineering (AIBE) Bachelor of Science Data Science 20221
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Seminarleistung
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	<p>Seminarleistung (100%)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 50% of grade: Presentation (20 minutes)</li> <li>• 50% of grade: 4 pages IEEE standard paper (excluding references) (+ code submission)</li> </ul>
12	<b>Turnus des Angebots</b>	in jedem Semester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	Englisch
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lei, Yaguo, Naipeng Li, Liang Guo, Ningbo Li, Tao Yan, and Jing Lin. "Machinery Health Prognostics: A Systematic Review from Data Acquisition to RUL Prediction. Mechanical Systems and Signal Processing 104 (May 2018): 799834. <a href="https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2017.11.016">https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2017.11.016</a>.</li> <li>• Rojas, Eric, Jorge Munoz-Gama, Marcos Sepúlveda, and Daniel Capurro. "Process Mining in Healthcare: A Literature Review. Journal of Biomedical Informatics 61 (June 1, 2016): 22436. <a href="https://doi.org/10.1016/j.jbi.2016.04.007">https://doi.org/10.1016/j.jbi.2016.04.007</a>.</li> <li>• Wil M. P. van der Aalst. Process Mining: Data Science in Action 2nd edition, Springer 2016. ISBN 978-3-662-49851-4</li> <li>• Wang, Lihui, and Xi Vincent Wang. Cloud-Based Cyber-Physical Systems in Manufacturing. Cham: Springer International Publishing, 2018. <a href="https://doi.org/10.1007/978-3-319-67693-7">https://doi.org/10.1007/978-3-319-67693-7</a>.</li> </ul>

1	<b>Modulbezeichnung</b> 44157	<b>Interfacing the Neuromuscular system: Applications for Human/Machine Interfaces and Neurophysiology</b> Interfacing the neuromuscular system: Applications for Human/machine interfaces and neurophysiology	<b>5 ECTS</b>
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Alessandro Del Vecchio	
5	<b>Inhalt</b>	<p>Module: Principles of Neural control of movement and neuroengineering How the central nervous system controls muscle forces; Neurons, upper and lower motoneurons, Cortical and brainstem function, Interneurons and Motor Units. Neuroengineering applications for studying the neural control of movement; invasive and non-invasive recordings, electrical stimulation of the nervous system.</p> <p>Module: Electrophysiology Generation of an action potential; HodgkinHuxley model, difference between intracellular and extracellular action potential, sparsity of the action potential in a matrix of electrodes. Recording electrophysiological data in humans; examples of EMG and EEG recordings.</p> <p>Module: Applications to Human/Machine Interfaces Biosignal processing; data with high temporal resolution, identification of individual neurons, associations between neuronal discharge times and behaviour; control of prosthetic devices from EMG signals in amputees and neurodegenerative and neurotraumatic diseases.</p> <p>Module: Applications to Neurophysiology Neuronal encoding of behaviour; motor unit physiology in humans; motoneuron properties, longitudinal assessment of neuronal function.</p> <p>Module: MATLAB / Python practical coursework Extraction of neural information from electrophysiological signals; associations of information between electrophysiological signals and behavioural data; Experiment in humans.</p>	
6	<b>Lernziele und Kompetenzen</b>	<p>The students will acquire in-depth skills in the acquisition, analysis, and interpretation of electrophysiological data with a specific focus on human recordings in health and pathological conditions (e.g., spinal cord injury, stroke, and Parkinsons disease). The goal of this course is to teach the current methods in man/machine interfaces and neurophysiological applications. The course will provide information on the neural circuitries that determine coordinated movement. The specific focus is on the motor system that regulates skilled motor behaviour. We will study the physiological pathways of the motor system and the effect of neurodegenerative diseases that affect this system. Ultimately, this course will give students a robust overview of how to use electrophysiology in order to assist individuals with neural impairments.</p>	
7	<b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b>	No compulsory prerequisites.	

		Recommended: Basic biology and neurophysiology, Computer programming (Matlab and/or Python), Biosignal processing.
8	<b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b>	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	<b>Verwendbarkeit des Moduls</b>	Artificial intelligence in biomedical engineering (AIBE) Bachelor of Science Data Science 20221
10	<b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>	Klausur Written examination.
11	<b>Berechnung der Modulnote</b>	Klausur (100%) Oral examination 100%
12	<b>Turnus des Angebots</b>	nur im Sommersemester
13	<b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
15	<b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>	
16	<b>Literaturhinweise</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Principles of Neuroscience from Eric R. Kandel, MD</li> <li>• Motor unit from Heckman and Enoka, DOI: 10.1002/cphy.c100087</li> <li>• Surface Electromyography, Physiology, Engineering, and Applications Edited by Roberto Merletti and Dario Farina</li> <li>• Neural Engineering, Edited by Bin He</li> <li>• Tutorial: Analysis of motor unit discharge characteristics from high-density surface EMG signals, Del Vecchio et al.</li> </ul> <p><a href="https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2020.102426">https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2020.102426</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Restoring sensorimotor function through intracortical interfaces: progress and looming challenges, Bensmaia and Miller <a href="https://www.nature.com/articles/nrn3724">https://www.nature.com/articles/nrn3724</a></li> </ul>