



Beschreibung des Studiengangs

# Data Science (Master)

## PO 2

Datum: 23.09.2024

# Inhaltsverzeichnis

## Master Data Science

### Ramp Up Phase

Ramp up Course Mathematics .....	6
Ramp up Course Computer Science.....	8

### Methoden und Konzepte der Informatik

Mustererkennung.....	11
Deep Learning Lab.....	13
Wissensbasierte Systeme und deduktive Datenbanksysteme.....	16
Data Warehousing und Data-Mining-Techniken.....	18
Information Retrieval und Web Search Engines.....	20
Grundlagen Maschinelles Lernen.....	22
Techniken der Visualisierung.....	24
Bild-Aspekte.....	26
Python Lab.....	28
Computational Geometry.....	30
Approximation Algorithms.....	32
Seminar Data Science - Section Computer Science.....	34
Graphs, Geometry, and Algorithms .....	37
Fundamentals of High-Performance Computing for CFD simulations.....	39
Software-Produktlinien.....	41

### Methoden und Konzepte der Mathematik

Algorithmen und Komplexität für Quantencomputer.....	44
Computeralgebra.....	46
Diskrete Optimierung.....	48
Dynamische Optimierung.....	50
Introduction to Quantum Information Theory.....	52
Inverse Probleme.....	54
Kontinuierliche Optimierung in Data Science.....	56
Maschinelles Lernen mit neuronalen Netzen.....	58
Mathematical Foundations of Information Theory and Coding Theory .....	60
Modellreduktion.....	62
Nichtnegativität und polynomielle Optimierung.....	64
Numerische Lineare Algebra in Data Science.....	66
Numerische Methoden und Lernen von Daten.....	68
Optimization in machine learning and data analysis 1.....	70
Statistisches und maschinelles Lernen.....	72
Fortgeschrittenenpraktikum.....	74
Seminar Data Science - Section Mathematics.....	78
Mathematical Foundations of Data Science .....	80

### Data Science in Anwendungen - Engineering

Ökologische Modellierung.....	83
Fundamentals of Turbulence Modeling.....	85
Grundlagen des Küsteningenieurwesens.....	87
Introduction to Finite Element Methods.....	89
Deep Learning in Remote Sensing .....	91
Machine Learning .....	93
Datengetriebene Material Modellierung.....	95
Experimental Fluid Dynamics.....	97

### Data Science in Anwendungen - Bild- und Signalverarbeitung

Mathematische Bildverarbeitung.....	100
Deep Learning for imaging in nano and quantum science.....	102
Netzwerk-Informationstheorie.....	104
Sprachdialogsysteme (Spoken Language Processing).....	106

Grundlagen der Digitalen Signalverarbeitung.....	108
Digitale Signalverarbeitung.....	110
Computer Vision und Machine Learning.....	113
Biomedizinische Signal- und Bildanalyse.....	115
Deep Learning in Remote Sensing .....	117
Machine Learning .....	119
Computer Lab Mustererkennung.....	121
<b>Data Science in Anwendungen - Biologie, Chemie und Pharmazie</b>	
Immunmetabolismus.....	124
CM-B-3 Aufklärung und Modellierung biologischer Strukturen.....	126
Netzwerkbiologie.....	128
Biophysikalische Chemie.....	130
Biomolekulare Modellierungen.....	132
Fortgeschrittene Theoretische Chemie.....	134
Machine Learning in Computational Chemistry.....	136
Theoretical Spectroscopy.....	138
<b>Data Science in Anwendungen - Medizin</b>	
Medizinisch-methodologisches Vertiefungsfach 1.....	141
Medizinisch-methodologisches Vertiefungsfach 2.....	143
Unfallinformatik.....	145
Biomedizinische Signal- und Bildanalyse.....	147
Assistierende Gesundheitstechnologien A.....	149
Assistierende Gesundheitstechnologien B.....	151
Ausgewählte Themen der Repräsentation und Analyse medizinischer Daten.....	153
<b>Data Science in Anwendungen - Projektarbeit</b>	
Projektarbeit Data Science.....	156
<b>Schlüsselqualifikationen und Ethik</b>	
Ethics and Epistemology .....	159
Data Privacy & Data Governance.....	161
Schlüsselqualifikationen.....	163
Scientific and Method-Oriented Working.....	165
Better Scientific Presentations and Writing.....	167
<b>Masterarbeit</b>	
Masterarbeit Data Science.....	170

Master Data Science	
ECTS	120

Ramp Up Phase	
ECTS	10

<b>Modulname</b>	Ramp up Course Mathematics		
<b>Nummer</b>	1294580	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	in jedem Semester	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1 Semester	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	72	<b>Selbststudium (h)</b>	228
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 unbenotete Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/ die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>			
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung in die Data Science (2 Wochen) - gemeinsam mit RampUp Informatik</li> <li>- Algebra (2 Wochen)</li> <li>- Numerische Mathematik (2 Wochen)</li> <li>- Diskrete Mathematik (2 Wochen)</li> <li>- Analysis (2 Wochen)</li> <li>- Mathematische Stochastik (2 Wochen)</li> <li>- Kontinuierliche Optimierung (2 Wochen)</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kennen und verstehen die Mathematik, die für ein Masterstudium "Data Science" notwendig ist</li> <li>- verstehen die Methoden und Verfahren der Analysis, Algebra, Mathematische Optimierung, Diskreten Mathematik, Mathematischen Stochastik und Numerischen Mathematik und können diese anwenden</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mathematics for machine learning, Deisenroth, Faisal, Ong, Cambridge University Press, available at <a href="https://mml-book.com/">https://mml-book.com/</a></li> <li>- Networks, Crowds, and Markets: Reasoning about a Highly Connected World, Easley, Kleinberg, Cambridge University Press, available at <a href="https://www.cs.cornell.edu/home/kleinber/networks-book/networks-book.pdf">https://www.cs.cornell.edu/home/kleinber/networks-book/networks-book.pdf</a></li> </ul>			

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Data Science PO 2	Ramp Up Phase			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN				
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Anwesenheitspflicht</b>				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Ramp up Course Mathematics				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Matthias Bollhöfer Timo de Wolff Christian Kirches Jens-Peter Kreiß Dirk Lorenz Sebastian Stiller	Christian Kirches Christian Kirches	6,0	Vorlesung/Übung	englisch
<b>Literaturhinweise</b>				
(de/en)				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematics for machine learning, Deisenroth, Faisal, Ong, Cambridge University Press, available at <a href="https://mml-book.com/">https://mml-book.com/</a></li> <li>• Networks, Crowds, and Markets: Reasoning about a Highly Connected World, Easley, Kleinberg, Cambridge University Press, available at <a href="https://www.cs.cornell.edu/home/kleinber/networks-book/networks-book.pdf">https://www.cs.cornell.edu/home/kleinber/networks-book/networks-book.pdf</a></li> </ul>				

<b>Modulname</b>	Ramp up Course Computer Science		
<b>Nummer</b>	4298040	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	englisch
<b>Turnus</b>	in jedem Semester	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Wolf-Tilo Balke
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	1 unbenotete Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten), eine mündliche Prüfung (30 Minuten) oder Take-Home-Exam		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>			
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung in die Datenwissenschaft (2 Wochen) - gemeinsam mit RampUp Mathematics</li> <li>- Softwaretechnik (Schulze, 4 Wochen)</li> <li>- Datenbankmanagement (Balke, 4 Wochen)</li> <li>- Sicherheit und Datenschutz (Rieck, 2 Wochen)</li> <li>- Verteilte Systeme (N.N., 2 Wochen)</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<p>Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls haben die Studierenden ein grundlegendes Verständnis der zugrundeliegenden Konzepte der Informatik, die für Data Science notwendig sind. Sie sind in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Softwaresysteme für die Datenanalyse zu entwerfen und zu entwickeln</li> <li>- verteilte Analyseverfahren zu verstehen und zu implementieren</li> <li>- moderne Datenbanksysteme anzuwenden und zu betreiben</li> <li>- die Sicherheit und den Schutz von Daten zu bewerten und zu schützen</li> </ul> <p>Darüber hinaus haben die Studierenden einen allgemeinen Überblick über die Methoden der Data Science und deren Anwendungsgebiete. Sie kennen die allgemeinen Prinzipien und Prozesse von Data-Science-Projekten.</p>			
<b>Literatur</b>			
tba			

<b>Zugeordnet zu folgenden Studiengängen</b>				
<b>Studiengang/Studiengangsversion</b>	<b>Bereich</b>	<b>Pflichtform</b>	<b>Sem. Auswahl</b>	<b>ECTS</b>
Master Data Science PO 2	Ramp Up Phase			



<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>				
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Anwesenheitspflicht</b>				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Ramp up course Computer Science				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Wolf-Tilo Balke Florian Plötzky Tobias Runge Sandro Schulze		6,0	Vorlesung/Übung	englisch

Methoden und Konzepte der Informatik	
ECTS	25

<b>Modulname</b>	Mustererkennung		
<b>Nummer</b>	2424690	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>	ET-NT-69	<b>Sprache</b>	englisch deutsch
<b>Turnus</b>	in jedem Semester	<b>Lehreinheit</b>	Fakultät für Elektrotechnik, Informationstechnik, Physik
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	4 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Tim Fingscheidt
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	150		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	56	<b>Selbststudium (h)</b>	94
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	Mündliche Prüfung 30 Minuten oder Klausur 90 Minuten		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>			
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bayessche Entscheidungsregel</li> <li>- Qualitätsmaße der Mustererkennung</li> <li>- Überwachtes Lernen mit parametrischen Verteilungen</li> <li>- Überwachtes Lernen mit nicht-parametrischen Verteilungen, Klassifikation</li> <li>- Lineare Trennfunktionen, einschichtiges Perzeptron</li> <li>- Support-Vektor-Maschinen (SVMs)</li> <li>- Mehrschichtiges Perzeptron, neuronale Netze (NNs)</li> <li>- Deep learning</li> <li>- Nicht-überwachtes Lernen, Clusteringverfahren</li> </ul> <p>Hinweis: Für die Mustererkennung mittels Hidden-Markov-Modellen (HMMs) wird ein separates vertiefendes Modul #Sprachdialogsysteme (Spoken Language Processing)# ET-NT-54 im Sommersemester angeboten.</p>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Nach Abschluss des Moduls besitzen die Studierenden grundlegende Kenntnisse über Methoden und Algorithmen zur Klassifikation von Daten und sind befähigt, diese Verfahren für Probleme der Praxis geeignet auszuwählen, zu entwerfen und zu bewerten.			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- R.O. Duda, P.E. Hart, D.G. Stork: Pattern Classification, Wiley, 2001</li> <li>- C.M. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006</li> </ul>			
<b>Hinweise</b>			
Grundkenntnisse der Statistik, wie sie z. B. im Modul "Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik" erworben werden, erleichtern das Verständnis der Vorlesung.			

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Data Science PO 2	Methoden und Konzepte der Informatik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>
<b>Anwesenheitspflicht</b>

Titel der Veranstaltung				
Mustererkennung				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Tim Fingscheidt Björn Möller Ziyi Xu		2,0	Vorlesung	englisch
Literaturhinweise				
- R.O. Duda, P.E. Hart, D.G. Stork: Pattern Classification, Wiley, 2001 - C.M. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006				

Titel der Veranstaltung				
Mustererkennung				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Tim Fingscheidt Björn Möller Ziyi Xu		2,0	Seminar	deutsch
Literaturhinweise				
- Vorlesungsfolien - R.O. Duda, P.E. Hart, D.G. Stork: Pattern Classification, Wiley, 2001 - C.M. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006				

<b>Modulname</b>	Deep Learning Lab		
<b>Nummer</b>	2424750	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>	ET-NT-75	<b>Sprache</b>	englisch deutsch
<b>Turnus</b>	nur im Sommersemester	<b>Lehreinheit</b>	Fakultät für Elektrotechnik, Informationstechnik, Physik
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	4 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Tim Fingscheidt
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	150		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	56	<b>Selbststudium (h)</b>	94
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	(DE) Studienleistung: # Erfolgreiche Bearbeitung der Praktikumsaufgaben und Kolloquium zum Inhalt der Aufgaben # Präsentation der Ergebnisse der Deep Learning Challenge(EN) Academic achievement: # successful completion of the lab instructions and the colloquium about the content of the given exercises. # Presentation of the results of the Machine Learning Challenge		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>			
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>	<p>(DE) Das Deep Learning Lab soll dazu dienen, die Fachkenntnisse der Studierenden im Bereich der Mustererkennung bzw. des Machine Learnings mittels praktischer Anwendung zu vertiefen. Durch Implementierung und Parametrierung wichtiger Klassifikationsalgorithmen wie linearer Trennfunktionen, Support-Vektor-Maschinen und neuronaler Netzwerke sollen wichtige Methodenkompetenzen erlangt werden. Auch moderne und neuartige Methoden des Lernens für tiefe neuronale Netzwerke sind Bestandteil dieses Praktikums. Als Motivation zum weiterführenden Selbststudium arbeiten die Studierenden ausschließlich mit frei verfügbaren Datensätzen, der freien Programmiersprache Python und Open-Source-Software-Bibliotheken. Für die aufwendigen Berechnungen der dazugehörigen Trainingsalgorithmen wird den Studierenden aktuelle zentralisierte GPU-Hardware zur Verfügung gestellt. Im Deep Learning Lab werden die folgenden Inhalte behandelt: # Qualitätsmaße der Mustererkennung # Lineare Trennfunktionen, einschichtiges Perzeptron # Support-Vektor-Maschinen (SVMs) # Neuronale Netze (NNs) # Methoden des tiefen Lernens neuronaler Netze Das Praktikum und der anschließende Wettbewerb werden in kleinen Gruppen von 2-3 Personen durchgeführt, um die Teamfähigkeitskompetenz der Teilnehmenden zu stärken. Die maximale Anzahl der Teilnehmer*innen ist auf 30 begrenzt. Ein vorheriger Besuch der Lehrveranstaltung Mustererkennung im Wintersemester für eine Vertiefung der Lehrinhalte wird empfohlen. Die Ergebnisse der ersten und zweiten Praxisphase des Deep Learning Labs werden in einem Kolloquium mit den betreuenden Mitarbeiter*innen besprochen. Die Systeme der Deep Learning Challenge werden in kurzen Präsentationen vor den anderen Gruppen und ggfs. Vertreter*innen der datengebenden Unternehmen in einer Abschlussveranstaltung vorgestellt. (EN) Contents: The Deep Learning Lab is aiming to impart knowledge to the students in the fields of machine learning and pattern recognition by practical application of corresponding methods. Students learn to implement and configure classification algorithms, such as linear discriminant functions, support vector machines, and neural networks. Modern concepts and approaches, especially deep learning are also part of the experiments. To motivate subsequent self-study only free-to-use datasets as well as the freely available programming language Python and open-source software will be used. For the computationally complex training algorithms students are provided with access to powerful centralized GPU (Graphical Processing Unit) hardware. During the Deep Learning Lab, the following topics are covered: # Quality measures in pattern recognition # Linear discriminant functions, single layer perceptron # Support vector machines (SVMs) # Neural networks (NNs) # Methods for training deep neural networks The exercises and the Machine Learning Challenge are conducted in groups of 2-3 students to strengthen the teamwork skills of the participants. The maximum amount of participants is limited to 30 students. If there are more registrations than places available, we will apply a random selection. We recommend to have attended either the</p>		

lecture Pattern Recognition, or a comparable lecture as a basis for this lab. The results of the first and second praxis phases will be reviewed in a colloquium with the supervising assistants. The systems of the Deep Learning Challenge are presented in a closing event to the other groups, and possibly to representatives of the companies that provided data for the challenge.

**Qualifikationsziel**

(DE) Das Deep Learning Lab unterteilt sich in 3 Praxisphasen: # In der ersten Phase bekommen die Studierenden eine interaktive Einführung in die Programmiersprache Python und die benötigten Bibliotheken. # In der zweiten angeleiteten Praxisphase sollen die Studierenden Aufgaben zu den genannten Methoden bearbeiten. Sie erwerben damit die Kompetenz, bisher nur theoretisch kennengelernte Methoden zum maschinellen Lernen praxisnah anhand kleiner Aufgabenstellungen anzuwenden. # In der dritten Praxisphase, der sog. Deep Learning Challenge, werden die vermittelten Methoden dann selbstständig angewandt. Die Studierenden bekommen hier Daten # oftmals aus dem industriellen Anwendungsbereich # zur Verfügung gestellt und erhalten als Aufgabe, mit den gelernten Methoden ein eigenes System zur Mustererkennung zu entwickeln. Die Studierenden sollen dabei im Wettbewerb untereinander eine bestmögliche Erkennungsgenauigkeit mit ihrem System erreichen. Im Modul erwerben die Studierenden die Kompetenz, selbstständig ein gegebenes Problem zu analysieren, geeignete Lösungsmöglichkeiten und Methoden des maschinellen Lernens abzuwägen und bezüglich ihrer Funktionsfähigkeit zu bewerten. Außerdem entwickeln die Studierenden selbstständig in Klein-Teams eine geeignete Methode zur Lösung der gegebenen Challenge. (EN) The Deep Learning Lab is divided in three parts: # First, the students work themselves through an introduction to the Python programming language and all required libraries for the later experiments to obtain some basic knowledge. # Second, the students will work with certain machine learning methods which are introduced in the Pattern Recognition lecture. They acquire the competence to practically apply theoretical methods for machine learning to solve small given problems. # Third, - in the so-called Machine Learning Challenge - students are required to use their obtained knowledge to develop a machine learning system in competition with the other participating teams. Therefore, the students will be provided with data which might stem from real-world/industry applications. In the module, students acquire the competence to independently analyze a given problem, weigh suitable solution options and methods and evaluate them in terms of their functionality. In addition, students independently develop a suitable method for solving the given challenge.

**Literatur**

- R.O. Duda, P.E. Hart, D.G. Stork: Pattern Classification, Wiley, 2001 - C.M. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006 - I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville: Deep Learning, MIT Press, 2016

**Zugeordnet zu folgenden Studiengängen**

Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Data Science PO 2	Methoden und Konzepte der Informatik			



**ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN**

**Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen**

(DE)Ein Besuch der Vorlesung #Mustererkennung# wird empfohlen.Alternativ sind Methodenkompetenzen in den Bereichen Support-Vektor-Maschinen und Neuronale Netze erforderlich. (EN)The attendance of the lecture #Pattern Recognition# is recommended. Alternatively, methodological competence in the topics of support vector machines and neural networks are required.

**Anwesenheitspflicht**

<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Deep Learning Lab				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Jasmin Breitenstein Tim Fingscheidt Marvin Klingner		3,0	Praktikum	deutsch
<b>Literaturhinweise</b>				
- R.O. Duda, P.E. Hart, D.G. Stork: Pattern Classification, Wiley, 2001 - C.M. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006 - I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville: Deep Learning, MIT Press, 2016				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Deep Learning Lab				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Jasmin Breitenstein Tim Fingscheidt Marvin Klingner		1,0	Kolloquium	deutsch
<b>Literaturhinweise</b>				
- R.O. Duda, P.E. Hart, D.G. Stork: Pattern Classification, Wiley, 2001 - C.M. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006 - I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville: Deep Learning, MIT Press, 2016				

<b>Modulname</b>	Wissensbasierte Systeme und deduktive Datenbanksysteme		
<b>Nummer</b>	4214620	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	INF-IS-62	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	nur im Wintersemester	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	3 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Wolf-Tilo Balke
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	150		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	1 Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (ca. 30 min) oder 1 Take-Home-Exam		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	50% der Übungen müssen bestanden sein		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen logischer Programmiersprachen, Prädikatenlogik als Datenmodell</li> <li>- Top-down und Bottom-up Strategien zur Anfragebearbeitung</li> <li>- Datalog und die zugehörigen Sprachklassen</li> <li>- Fixpunktauswertung von rekursivem Datalog</li> <li>- Anfrageoptimierung mit Magic Sets</li> <li>- Wissensrepräsentation mit deduktiven Datenbanken</li> <li>- Objektorientierte Erweiterungen, Vererbung und Pfadausdrücke</li> <li>- Rekursion in Datenbanksystemen, Common Table Expressions</li> <li>- Relationeninstanzen, Relationenhierarchien</li> <li>- User-Defined Types und User-Defined Functions</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Die Studierenden besitzen nach Abschluss dieses Moduls grundlegende Kenntnisse auf den Gebieten der wissensbasierten Systemen und objektrelationalen Erweiterungen.			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- S. Ceri, G. Gottlob, L. Tanca: Logic Programming and Databases - Surveys in Computer Science. Springer Verlag, 1990.</li> <li>- S.K. Das: Deductive Databases and Logic Programming. Addison-Wesley, 1992.</li> <li>- J. Ullman: Principles of Database and Knowledge-Base Systems, Volume II: The New Technologies. W.H. Freeman &amp; Co., 1989.</li> </ul>			

<b>Zugeordnet zu folgenden Studiengängen</b>				
<b>Studiengang/Studiengangsversion</b>	<b>Bereich</b>	<b>Pflichtform</b>	<b>Sem. Auswahl</b>	<b>ECTS</b>
Master Data Science PO 2	Methoden und Konzepte der Informatik			

↑

<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>				
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Anwesenheitspflicht</b>				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Wissensbasierte Systeme und deduktive Datenbanksysteme				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Wolf-Tilo Balke		3,0	Vorlesung/Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Data Warehousing und Data-Mining-Techniken		
<b>Nummer</b>	4214680	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	INF-IS-68	<b>Sprache</b>	englisch deutsch
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	3 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Wolf-Tilo Balke
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	1 Klausur, 90 Minuten oder mündliche Prüfung, etwa 30 Minuten oder Take-Home-Examen		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	50% der Übungen müssen bestanden sein		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Statistische Methoden in Datenbanken</li> <li>- Knowledge Discovery und Mining lokaler Strukturen</li> <li>- Frequent Item Set Mining und Association Rules</li> <li>- Hierarchische und partitionierende Clustering Algorithmen</li> <li>- (Lineare) Klassifikation und Support Vector Machines</li> <li>- Architektur von Data Warehouses (ROLAP, MOLAP; )</li> <li>- Multidimensionales Datenmodell (Star, Snowflake)</li> <li>- Extraktion, Datenaufbereitung und Cleaning</li> <li>- Techniken des Online Analytical Processing (OLAP)</li> <li>- Speicher- und Indexstrukturen für Data Warehouses</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Data Warehousing und das Mining auf den darin erhaltenen Daten stellen in der Praxis eine wichtige Basis für Unternehmensentscheidungen dar. Die Studierenden verstehen verschiedene Data Warehouse Architekturen und ihre wesentlichen Prozesse und durchdringen die häufig verwendeten Data Mining Algorithmen in der Tiefe, um Entscheidungen korrekt und sinnvoll mit Daten unterlegen zu können. Sie können die Anwendung der Algorithmen kritisch analysieren und bewerten.			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- William H. Inmon: Building the Data Warehouse. Wiley &amp; Sons. ISBN 10: 0-7645-9944-5</li> <li>- Ralph Kimball, Margy Ross: The Data Warehouse Toolkit. Wiley &amp; Sons. ISBN 10: 0-471-0024-7</li> <li>- Andreas Bauer, Holger Günzel: Data Warehouse Systeme. dpunkt Verlag. ISBN 10: 3-89864-251-8</li> </ul>			

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Data Science PO 2	Methoden und Konzepte der Informatik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>
<b>Anwesenheitspflicht</b>

Titel der Veranstaltung				
Data Warehousing und Data-Mining-Techniken				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Wolf-Tilo Balke		3,0	Vorlesung/Übung	englisch
Literaturhinweise				
- William H. Inmon: Building the Data Warehouse. Wiley & Sons. ISBN 10: 0-7645-9944-5 - Ralph Kimball, Margy Ross: The Data Warehouse Toolkit. Wiley & Sons. ISBN 10: 0-471-0024-7 - Andreas Bauer, Holger Günzel: Data Warehouse Systeme. dpunkt Verlag. ISBN 10: 3-89864-251-8				

Titel der Veranstaltung				
Data Warehousing und Data-Mining-Techniken				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Wolf-Tilo Balke		1,0	Übung	englisch

<b>Modulname</b>	Information Retrieval und Web Search Engines		
<b>Nummer</b>	4214690	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	INF-IS-69	<b>Sprache</b>	englisch deutsch
<b>Turnus</b>	nur im Wintersemester	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	3 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Wolf-Tilo Balke
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	1 Klausur (90 min) oder 1 mündliche Prüfung (ca. 30 min) oder 1 Take-at-Home-Exam		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	50% der Übungen müssen bestanden sein		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Strukturierte vs. unstrukturierte Daten</li> <li>- Textbasiertes Retrieval, probabilistische, Fuzzy- und Vektorraum-Modelle</li> <li>- Bewertung von Retrievaleffektivität, Precision-Recall-Analyse</li> <li>- Architektur von Web-Informationssystemen und Suchmaschinen</li> <li>- Struktur des WWW, Web-Crawling und Text-Indexing</li> <li>- Informationsanfragen und Navigationsanfragen, Ontologien</li> <li>- Suchbegriffsmetriken und Linkmetriken, Page-Rank, HITS, etc.</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Information Retrieval Techniken spielen nicht nur in Web Search Engines, sondern in allen dokumenten-zentrierten Anwendungen eine zentrale Rolle. Studierende können verschiedene Techniken, ihre typischen Anwendungsbereiche und Beschränkungen, sowie ihre Vor- und Nachteile verstehen. Sie können die richtigen Techniken für das jeweilige praktische Problem auswählen und im jeweiligen Anwendungskontext kritisch reflektieren.			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Christopher D. Manning, Prabhakar Raghavan, Hinrich Schütze: Introduction to Information Retrieval. Cambridge University Press, 2008. <a href="http://www.informationretrieval.org">http://www.informationretrieval.org</a></li> <li>- Ricardo Baeza-Yates, Berthier Ribeiro-Neto: Modern Information Retrieval. Addison-Wesley, 1999.</li> <li>- Richard K. Belew: Finding Out About: A Cognitive Perspective on Search Engine Technology and the WWW. Cambridge University Press, 2000.</li> <li>- Cornelis Joost van Rijsbergen: Information Retrieval. Butterworths, second edition, 1979. <a href="http://www.dcs.gla.ac.uk/Keith/Preface.html">http://www.dcs.gla.ac.uk/Keith/Preface.html</a></li> </ul>			

<b>Zugeordnet zu folgenden Studiengängen</b>				
<b>Studiengang/Studiengangsversion</b>	<b>Bereich</b>	<b>Pflichtform</b>	<b>Sem. Auswahl</b>	<b>ECTS</b>
Master Data Science PO 2	Methoden und Konzepte der Informatik			

↑

<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>				
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Anwesenheitspflicht</b>				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Information Retrieval und Web Search Engines				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Wolf-Tilo Balke		3,0	Vorlesung/Übung	englisch
<b>Literaturhinweise</b>				
<p>- Christopher D. Manning, Prabhakar Raghavan, Hinrich Schütze: Introduction to Information Retrieval. Cambridge University Press, 2008.  <a href="http://www.informationretrieval.org">http://www.informationretrieval.org</a></p> <p>- Ricardo Baeza-Yates, Berthier Ribeiro-Neto: Modern Information Retrieval. Addison-Wesley, 1999.</p> <p>- Richard K. Belew: Finding Out About: A Cognitive Perspective on Search Engine Technology and the WWW. Cambridge University Press, 2000.</p> <p>- Cornelis Joost van Rijsbergen: Information Retrieval. Butterworths, second edition, 1979.  <a href="http://www.dcs.gla.ac.uk/Keith/Preface.html">http://www.dcs.gla.ac.uk/Keith/Preface.html</a></p>				

<b>Modulname</b>	Grundlagen Maschinelles Lernen		
<b>Nummer</b>	4215370	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	INF-ROB-37	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	nur im Sommersemester	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	4 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Jochen Steil
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	150		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	56	<b>Selbststudium (h)</b>	94
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	1 Prüfungsleistung: mündliche Prüfung (20-30 Minuten) oder eine Klausur (90 Minuten) oder Take-Home-Exam		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>			
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<p>Grundlegende Prinzipien und Theorien des Maschinellen Lernens und die zugrundeliegenden mathematischen und statistischen Verfahren werden eingeführt sowie Lernprobleme formalisiert. Wichtige grundlegende Begriffe Konzepte und Verfahren werden behandelt, insbesondere zur Regression, darunter etwa:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modellauswahl, Bias vs. Parameteroptimierung</li> <li>- Training, Test und Validierung</li> <li>- Generalisierung, Overfitting, Regularisierung</li> <li>- Lineare Regression, Generalisierte Linear Modelle</li> <li>- Schätzer, Erwartungstreue, Varianz</li> <li>- Konzeptlernen, Entscheidungsbäume</li> <li>- Lazy Learning</li> <li>- Gaussian Mixtures, Gaussian Mixture Regression</li> <li>- Unified Regression Models</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Die Studierenden erwerben die Kompetenz, ein maschinelles Lernproblem zu analysieren, zu formalisieren, ein geeignetes Verfahren auszuwählen und hinsichtlich seiner Leistungsfähigkeit zu beurteilen. In den Übungen wird das Gelernte vertieft und praktisch, auch in Form von Programmieraufgaben, angewendet.			
<b>Literatur</b>			
Bishop, Pattern Recognition & Machine Learning, Springer, 2006			
Mitchell, Machine Learning, McGraw-Hill, 1997			
Vorlesungsskripte weiteres wird in der Vorlesung nach Bedarf bekanntgegeben			

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Data Science PO 2	Methoden und Konzepte der Informatik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN				
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen				
Anwesenheitspflicht				
Titel der Veranstaltung				
Grundlagen Maschinelles Lernen				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Sinan Barut Rania Rayyes	Heiko Donat Jochen Steil	4,0	Vorlesung/Übung	englisch
Literaturhinweise				
Bishop, Pattern Recognition & Machine Learning, Springer, 2006 Mitchell, Machine Learning, McGraw-Hill, 1997 Vorlesungsskripte weiteres wird in der Vorlesung nach Bedarf bekanntgegeben				
Titel der Veranstaltung				
Grundlagen Maschinelles Lernen				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Sinan Barut Rania Rayyes		2,0	Übung	englisch

<b>Modulname</b>	Techniken der Visualisierung		
<b>Nummer</b>	4216340	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>	INF-CG-34	<b>Sprache</b>	englisch deutsch
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehrinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1 Semester	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	2 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Marcus Magnor
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	28	<b>Selbststudium (h)</b>	122
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>			
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	1 Referat		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Geschichte der Visualisierung</li> <li>- Visualisierung aus informationstheoretischer Sicht</li> <li>- Aspekte der visuellen Wahrnehmungspsychologie</li> <li>- Visualisierung und Kognition</li> <li>- Techniken zur Darstellung von Information</li> <li>- Interaktive Visualisierungstechniken</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Die Absolventen dieses Moduls gewinnen den Überblick über Anwendungsgebiete und Techniken der rechnergestützten Visualisierung und kennen die psychologischen und informationstechnischen Grundlagen der Visualisierung. Sie sind mit den relevanten Aspekten aus der visuellen Wahrnehmungspsychologie, Kognitionswissenschaft und Computergraphik vertraut.			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ward, Grinstein, Keim: Interactive Data Visualization, AK Peters 2010</li> <li>- Ware: Information Visualization, Elsevier 2012</li> <li>- Munzner: Visualization Analysis and Design, 2014</li> </ul>			

<b>Zugeordnet zu folgenden Studiengängen</b>				
<b>Studiengang/Studiengangsversion</b>	<b>Bereich</b>	<b>Pflichtform</b>	<b>Sem. Auswahl</b>	<b>ECTS</b>
Master Data Science PO 2	Methoden und Konzepte der Informatik			

↑

<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>				
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Anwesenheitspflicht</b>				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Techniken der Visualisierung				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Susana Castillo Alejandre		2,0	Vorlesung	englisch

<b>Modulname</b>	Bild-Aspekte		
<b>Nummer</b>	4216350	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>	INF-CG-35	<b>Sprache</b>	englisch deutsch
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehrinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1 Semester	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	2 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Marcus Magnor
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	28	<b>Selbststudium (h)</b>	122
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>			
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	1 Referat		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen des Bildentstehungsprozesses</li> <li>- Eigenschaften natürlicher Bilder</li> <li>- Evolution des Sehens</li> <li>- visuelle Wahrnehmung</li> <li>- Zustandekommen optischer Illusionen</li> <li>- Verständnis von Bildern/Bildinformation</li> <li>- Kunst als experimentelle Neurowissenschaft</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Die Absolventen dieses Moduls kennen die naturwissenschaftlichen, informationstheoretischen, neurowissenschaftlichen und kunsthistorischen Grundlagen der Bildentstehung, -wahrnehmung und -ästhetik. Sie verstehen die Zusammenhänge zwischen Optik, digitaler Bildverarbeitung, Bildstatistik, Wahrnehmungspsychologie, Kognitionswissenschaft und Kunst.			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Donald Hoffman: Visual Intelligence. Norton, 1998.</li> <li>- Simon Ings: A Natural History of Seeing. Norton, 2007.</li> <li>- Patrick Cavanagh: The Artist as Neuroscientist. Nature, vol. 434, March 2005.</li> </ul>			

<b>Zugeordnet zu folgenden Studiengängen</b>				
<b>Studiengang/Studiengangsversion</b>	<b>Bereich</b>	<b>Pflichtform</b>	<b>Sem. Auswahl</b>	<b>ECTS</b>
Master Data Science PO 2	Methoden und Konzepte der Informatik			

↑

**ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN****Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen****Anwesenheitspflicht****Titel der Veranstaltung**

Bild-Aspekte

<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Susana Castillo Alejandre Sascha Fricke Marcus Magnor		2,0	Vorlesung	englisch

**Literaturhinweise**

- Donald Hoffman: Visual Intelligence. Norton, 1998.
- Simon Ings: A Natural History of Seeing. Norton, 2007.
- Patrick Cavanagh: The Artist as Neuroscientist. Nature, vol. 434, March 2005.

<b>Modulname</b>	Python Lab		
<b>Nummer</b>	4217850	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>	INF-MI-85	<b>Sprache</b>	englisch
<b>Turnus</b>	in jedem Semester	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1 Semester	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	4 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Tim Kacprowski
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	56	<b>Selbststudium (h)</b>	94
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>			
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	1 Teambasierte Entwicklung und Dokumentation eines Softwaretools für die Datenwissenschaft		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung in Python</li> <li>- Einführung in die explorative Datenanalyse in Python</li> <li>- Statistische Datenanalyse</li> <li>- Unüberwachtes maschinelles Lernen</li> <li>- Überwachtes maschinelles Lernen</li> <li>- Kritische Bewertung des maschinellen Lernens</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<p>Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls sind die Studierenden in der Lage, Python für den Entwurf und die Implementierung kleiner bis mittelgroßer Softwareprojekte und analytischer Workflows mit Schwerpunkt auf Statistik und Maschinellern einzusetzen.</p> <p>Während einer interaktiven Lernphase werden die Studierenden in der Lage sein, gängige Pakete wie scikit-learn anzuwenden, und sie werden in der Lage sein</p> <p>Analyse-Workflows für verschiedene datenwissenschaftliche Fragestellungen zusammenzustellen. Diese Arbeitsabläufe werden in einer Mini-Konferenz vorgestellt und von den Studierenden diskutiert. Im Anschluss an die Minikonferenz werden die Studierenden in kleinen Teams Data-Science-Softwaretools entwickeln, die in der Abschlussveranstaltung präsentiert werden. Sie werden die Kompetenz erlangen, maschinelle Lernabläufe kritisch zu bewerten.</p>			
<b>Literatur</b>			
tba			

<b>Zugeordnet zu folgenden Studiengängen</b>				
<b>Studiengang/Studiengangsversion</b>	<b>Bereich</b>	<b>Pflichtform</b>	<b>Sem. Auswahl</b>	<b>ECTS</b>
Master Data Science PO 2	Methoden und Konzepte der Informatik			



<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>				
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Anwesenheitspflicht</b>				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Python Lab				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Tim Kacprowski	Simone Scharke	3,0	Praktikum	englisch
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Python Lab				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Tim Kacprowski Simone Scharke		1,0	Kolloquium	englisch

<b>Modulname</b>	Computational Geometry		
<b>Nummer</b>	4227250	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	INF-ALG-25	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	nur im Wintersemester	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	4 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Sandor Fekete
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	150		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	56	<b>Selbststudium (h)</b>	94
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	1 Prüfungsleistung: Klausur, 120 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 Minuten oder Take-Home-Exam. Prüfungsform ist abhängig von der Teilnehmerzahl und wird zu Beginn der Vorlesung bekanntgegeben.		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	1 Studienleistung: 50% der Übungen müssen bestanden sein		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Geometrische Probleme und Datenstrukturen</li> <li>- Triangulierung</li> <li>- Lokalisierung</li> <li>- Voronoi-Diagramme</li> <li>- Konvexe Hüllen</li> <li>- Bewegungsplanung für Roboter</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Die Absolventen des Moduls kennen grundlegende Modellierungen geometrischer Algorithmen. Sie sind in der Lage die algorithmische Schwierigkeit geometrischer Fragestellungen einzuordnen und angemessene Zielsetzungen zu formulieren. Sie beherrschen verschiedene Lösungstechniken und können auch für bislang nicht betrachtete Problemstellungen algorithmische Methoden erarbeiten. Sie überblicken die praktische Relevanz von Fragestellungen und Problemlösungen.			
<b>Literatur</b>			
Computational Geometry: Algorithms and Applications Mark de Berg, Marc van Kreveld, Mark Overmars, Otfried Schwarzkopf Springer Verlag, 2nd edition (2000)			
Algorithmische Geometrie Rolf Klein Springer, Heidelberg, 2005.			

<b>Zugeordnet zu folgenden Studiengängen</b>				
<b>Studiengang/Studiengangsversion</b>	<b>Bereich</b>	<b>Pflichtform</b>	<b>Sem. Auswahl</b>	<b>ECTS</b>
Master Data Science PO 2	Methoden und Konzepte der Informatik			



<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>				
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Anwesenheitspflicht</b>				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Computational Geometry				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Sandor Fekete		4,0	Vorlesung/Übung	englisch
<b>Literaturhinweise</b>				
Computational Geometry: Algorithms and Applications Mark de Berg, Marc van Kreveld, Mark Overmars, Otfried Schwarzkopf Springer Verlag, 2nd edition (2000) Algorithmische Geometrie Rolf Klein Springer, Heidelberg, 2005.				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Computational Geometry				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Sandor Fekete		1,0	Übung	englisch
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Computational Geometry				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Sandor Fekete		1,0	kleine Übung	englisch
<b>Literaturhinweise</b>				
Computational Geometry: Algorithms and Applications Mark de Berg, Marc van Kreveld, Mark Overmars, Otfried Schwarzkopf Springer Verlag, 2nd edition (2000) Algorithmische Geometrie Rolf Klein Springer, Heidelberg, 2005.				

<b>Modulname</b>	Approximation Algorithms		
<b>Nummer</b>	4227270	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	INF-ALG-27	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	SSem alle 2 Jahre	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	4 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Sandor Fekete
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	150		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	56	<b>Selbststudium (h)</b>	94
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	1 Prüfungsleistung: Klausur, 120 Minuten, oder mündliche Prüfung, 30 Minuten oder Take-Home-Exam. Prüfungsform ist abhängig von der Teilnehmerzahl und wird zu Beginn der Vorlesung bekanntgegeben.		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	1 Studienleistung: 50% der Übungen müssen bestanden sein		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- NP-Vollständigkeit</li> <li>- Approximationsbegriff</li> <li>- Vertex Cover</li> <li>- Set Cover</li> <li>- Scheduling</li> <li>- Packprobleme</li> <li>- Geometrische Probleme</li> <li>- Fallstudien aus der aktuellen Forschung</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Die Absolventen dieses Moduls kennen die Notwendigkeit und Berechtigung von Approximationsalgorithmen. Sie beherrschen die wichtigsten Techniken zur Analyse der Komplexität von Algorithmen und zum Entwurf von Approximationsmethoden, einschließlich des Beweises oberer und unterer Schranken.			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vijay V. Vazirani: Approximation Algorithms. 1st edition. Springer Verlag, 2001.</li> <li>- Dorit Hochbau: Approximation Algorithms for NP-hard Problems. Course Technology Inc, 1996.</li> </ul>			

<b>Zugeordnet zu folgenden Studiengängen</b>				
<b>Studiengang/Studiengangsversion</b>	<b>Bereich</b>	<b>Pflichtform</b>	<b>Sem. Auswahl</b>	<b>ECTS</b>
Master Data Science PO 2	Methoden und Konzepte der Informatik			



<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>				
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Anwesenheitspflicht</b>				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Approximation Algorithms				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Sandor Fekete		4,0	Vorlesung/Übung	englisch
<b>Literaturhinweise</b>				
- Vijay V. Vazirani: Approximation Algorithms. 1st edition. Springer Verlag, 2001.				
- Dorit Hochbau: Approximation Algorithms for NP-hard Problems. Course Technology Inc, 1996.				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Approximation Algorithms				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Sandor Fekete		1,0	kleine Übung	englisch deutsch

<b>Modulname</b>	Seminar Data Science - Section Computer Science		
<b>Nummer</b>	4299990	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>	INF-STD-99	<b>Sprache</b>	englisch
<b>Turnus</b>	in jedem Semester	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	3 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	1 Referat		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>			
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>	Die Note wird abhängig von der aktiven Teilnahme am Seminar und der Qualität des Vortrages und einer eventuell begleitenden Ausarbeitung bestimmt.		
<b>Inhalte</b>			
Die Lehrinhalte haben zwingend einen Bezug zu Themen des Data Science. Die konkreten Lehrinhalte im Seminar sind abhängig vom bearbeiteten Themengebiet und können in jedem Semester variieren.			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Studierenden können sich selbstständig in ein wissenschaftliches Thema einarbeiten.</li> <li>- Sie können dieses Thema im Rahmen aufbereiten und in einer Präsentation vorstellen.</li> <li>- Die Studierenden beherrschen adäquate Präsentationstechniken und rhetorische Fähigkeiten.</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Data Science PO 2	Methoden und Konzepte der Informatik			

↑

<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>
<b>Anwesenheitspflicht</b>

<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Seminar Theoretische Informatik Master				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Roland Meyer		3,0	Seminar	englisch
<b>Literaturhinweise</b>				
Die Literaturquellen variieren - je nach gewähltem Seminarthema.				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Seminar Datenbanken und Informationssysteme				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Wolf-Tilo Balke		3,0	Seminar	englisch deutsch
<b>Literaturhinweise</b>				
Die Literaturquellen variieren - je nach gewähltem Seminarthema.				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Seminar Computergraphik Master				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Susana Castillo Alejandre Sascha Fricke Marcus Magnor		3,0	Seminar	englisch
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Seminar Computer Vision Master				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Martin Eisemann Steve Grogorick		3,0	Seminar	englisch
<b>Literaturhinweise</b>				
Die Literaturquellen variieren, je nach gewähltem Thema.				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Seminar Medizinische Informatik für MSc-Studierende				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Thomas Deserno Mostafa Haghi		3,0	Seminar	englisch
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Seminar Data Science in Biomedicine Master				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Tim Kacprowski Simone Scharke		3,0	Seminar	englisch

<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Softwaretechnik Seminar				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Tobias Pett Ina Schaefer		3,0	Seminar	deutsch
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Seminar Verteilte Systeme (Master)				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Christian Dietrich Christian Werner		3,0	Seminar	englisch
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Seminar Algorithmik Master				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Sandor Fekete		3,0	Seminar	englisch deutsch
<b>Literaturhinweise</b>				
Die Literaturquellen variieren - je nach gewähltem Seminarthema.				

<b>Modulname</b>	Graphs, Geometry, and Algorithms		
<b>Nummer</b>	4227300	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	englisch
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1 Semester	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	3 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Sandor Fekete
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	1 written exam, 90 minutes, or 1 oral exam, 30 minutes or Take-Home-Exam		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	50% of the homework must have been successfully completed		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
Drawings of graphs, planar graphs, spring embeddings, contact representations, morphs, visibility graphs, intersection graphs, case studies from current research.			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<p>Graduates of this module know different geometric representations of graphs. They can gauge the algorithmic complexity of computing such representations or deciding whether such a representation exists. They understand how such representations may help to solve otherwise difficult problems and are capable of developing algorithmic methods for new problems.</p> <p>In many contexts, it is useful to visualize data organized in graphs. For this purpose, approaches from algorithms, graph theory and algorithmic geometry join forces.</p> <p>This class will be held in English. Students are encouraged (but not required) to use English in exercises and exams as well.</p>			
<b>Literatur</b>			
G. Di Battista & P. Eades & R. Tamassia & I.G. Tollis: Graph Drawing, Algorithms for the Visualization of Graphs M. Kaufmann & D. Wagner (eds): Drawing Graphs T. Nishizeki & N. Chiba: Planar Graphs, Theory and Algorithms Relevant research articles			

<b>Zugeordnet zu folgenden Studiengängen</b>				
<b>Studiengang/Studiengangsversion</b>	<b>Bereich</b>	<b>Pflichtform</b>	<b>Sem. Auswahl</b>	<b>ECTS</b>
Master Data Science PO 2	Methoden und Konzepte der Informatik			



<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>				
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Anwesenheitspflicht</b>				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Graphs, Geometry, and Algorithms				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Sandor Fekete		3,0	Vorlesung/Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Fundamentals of High-Performance Computing for CFD simulations		
<b>Nummer</b>	2518000010	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	englisch
<b>Turnus</b>	nur im Sommersemester	<b>Lehreinheit</b>	Fakultät für Maschinenbau
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	3 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Jens Friedrichs
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	150		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	1 Prüfungsleistung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min)		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>			
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<p>Dieses Modul behandelt den Softwareentwicklungsprozess von High-Performance Computing (HPC)-Anwendungen (CFD-Simulationen) sowie deren effiziente Automatisierung in Linux-Umgebungen. Folgende Teilaspekte werden behandelt:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung in Unix und Linux-Systeme im HPC-Kontext</li> <li>2. Grundlegende Shell-Kommandos und erweiterte Unix-Werkzeuge</li> <li>3. Kennenlernen von Shell-basierte Editoren</li> <li>4. Automatisierung mithilfe von Shell-Skripten</li> <li>5. Einführung in die Programmiersprache C++ (kompilieren, testen, debuggen)</li> <li>6. Werkzeuge zur Versionsverwaltung und Automatisierung von verteilter Softwareentwicklung</li> <li>7. Grundlagen der Parallelisierung</li> </ol>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<p>Durch den Besuch der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Grundlagen des Linux-Betriebssystems und Unix-tools zu kennen und einzusetzen</li> <li>• Den Ablauf von HPC-Prozessen mittels Shell-Skripten zu automatisieren</li> <li>• Programme in C++ zu schreiben, zu kompilieren und zu debuggen</li> <li>• Die Schritte Kompilieren, Testen und Ausführen zu automatisieren</li> <li>• Den Entwicklungsprozess von Programmcode mittels geeigneter Software zu strukturieren</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. "Introducing UNIX and Linux", M. Joy, S. Jarvis, M. Luck, Springer 2002, <a href="https://doi.org/10.1007/978-0-230-80245-2">https://doi.org/10.1007/978-0-230-80245-2</a></li> <li>2. „Keine Angst vor Linux/Unix - Ein Lehrbuch für Linux- und Unix-Anwender“, C. Wolfinger, Springer 2013, <a href="https://doi.org/10.1007/978-3-642-32079-8">https://doi.org/10.1007/978-3-642-32079-8</a></li> </ol>			

3. "Beginning C++ Programming", R. Grimes, Packt Publishing, <https://notalentgeek.github.io/note/note/project/project-independent/pi-brp-beginning-c-programming/document/20170807-1504-cet-1-book-and-source-1.pdf>
4. "Unix Power Tools", Powers, Peek, O'Reilly, Loukides

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Data Science PO 2	Methoden und Konzepte der Informatik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN				
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Anwesenheitspflicht</b>				
Titel der Veranstaltung				
Fundamentals of High-Performance Computing for CFD simulations				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Federica Ferraro		3,0	Vorlesung/Übung	englisch

<b>Modulname</b>	Software-Produktlinien		
<b>Nummer</b>	4217000010	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	englisch deutsch
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	4 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Thomas Thüm
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	150		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	56	<b>Selbststudium (h)</b>	94
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Grundlegende Kenntnisse in Logik (insb. Aussagenlogik) und Softwaretechnik (insb. Vorgehensmodelle, UML Klassendiagramme, Entwurfsmuster) sowie Programmiererfahrung (z.B. in Java) werden vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	1 Prüfungsleistung: Klausur+ (90 Minuten), oder mündliche Prüfung+ (20 Minuten)		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	1 Studienleistung: Lösen von vorlesungsrelevanten Übungsaufgaben		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<p>Moderne Software muss häufig auf vielen Plattformen verfügbar sein und an viele verschiedene Bedürfnisse von Nutzern und Kunden angepasst sein. Dies trifft auf Systemsoftware (z.B. Betriebssysteme), Anwendungssoftware (z.B. Textverarbeitung und Spiele) und auf komplexe Cyber-Physische Systeme (z.B. Automobile) zu. Die dadurch entstehende Konfigurationsvielfalt bringt Herausforderungen für die Entwicklung, das Testen und die Wartung solcher Systeme. Die Lehrveranstaltung vermittelt unter anderem, wie die Konfigurierbarkeit von Systemen modelliert werden kann, welche Implementierungstechniken es erlauben erweiterbare und konfigurierbare Software zu entwickeln, und mit welchen Strategien trotz einer exponentiellen Anzahl an Varianten noch sinnvoll getestet werden kann.</p> <p>Die Veranstaltung umfasst folgende Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung zu Software-Variabilität und inhärenter Herausforderungen</li> <li>• Modellierung und Analyse der angestrebten Variabilität</li> <li>• Implementierung von Variabilität zur Laufzeit (z.B. Konfigurationsoptionen) und zur Kompilierungszeit (z.B. Clone-and-Own)</li> <li>• Implementierung von Software-Produktlinien: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementierung von Features mit Hilfe von Conditional Compilation (z.B. Präprozessoren und Build-Systemen)</li> <li>• Modulare Implementierung von Features (z.B. Komponenten, Services und Plug-Ins)</li> <li>• Grenzen der Objektorientierung und Erweiterungen der Objektorientierung (z.B. Feature-Module, Aspekte)</li> <li>• Entwurfsmuster für Software-Variabilität</li> </ul> </li> <li>• Vorgehensmodelle für den Einsatz und zur Entwicklung von Software-Produktlinien</li> <li>• Probleme und der Umgang mit Feature-Interaktionen</li> <li>• Methoden zur statischen und dynamischen Qualitätssicherung von Software-Produktlinien</li> <li>• Aktuelle Themen aus Forschung und Praxis</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<p>Studierende sind in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grenzen traditioneller Programmieretechniken bzgl. der Entwicklung von variabler Software zu benennen.</li> <li>• Modellierung, Analyse und Konfiguration von Variabilität in Software-Produktlinien zu beschreiben.</li> <li>• verschiedene Implementierungstechniken für die Entwicklung von Software-Produktlinien anzuwenden.</li> </ul>			

- die Eignung von vorgestellten Programmier-Techniken für unterschiedliche Entwicklungsszenarien zu bewerten.
- Techniken zur Qualitätssicherung für Software-Produktlinien und damit einhergehenden Herausforderungen zu erklären.

**Literatur**

- Feature-Oriented Software Product Lines - Concepts and Implementation; Sven Apel, Don Batory, Christian Kästner, Gunter Saake; Springer, 2013
- Mastering Software Variability with FeatureIDE; Jens Meinicke, Thomas Thu#m, Reimar Schröter, Fabian Benduhn, Thomas Leich, Gunter Saake; Springer, 2017

**Zugeordnet zu folgenden Studiengängen**

Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Data Science PO 2	Methoden und Konzepte der Informatik			

↑

**ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN**

**Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen**

**Anwesenheitspflicht**

**Titel der Veranstaltung**

Software-Produktlinien

Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
			Vorlesung/Übung	deutsch

Methoden und Konzepte der Mathematik	
ECTS	25

<b>Modulname</b>	Algorithmen und Komplexität für Quantencomputer		
<b>Nummer</b>	1294480	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	MAT-STD7-4	<b>Sprache</b>	englisch deutsch
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	3 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mathematische und physikalische Grundlagen für Quantencomputer</li> <li>- Rechenmodel für Quantencomputer</li> <li>- Wichtige Algorithmen für Quantenrechnermodelle</li> <li>- Zusammenhang von Berechenbarkeit und Quantencomputern</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung</li> <li>- verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden</li> <li>- können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- beherrschen die Grundlagen zum Verständnis der Funktionsweise von Quantencomputern</li> <li>- kennen die algorithmischen Anwendungen dieser Funktionsweisen</li> <li>- kennen und verstehen die Bedeutung von Quantencomputermodellen für die Theorie der Berechenbarkeit</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			
wird in der Veranstaltung bekannt gegeben			

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Data Science PO 2	Methoden und Konzepte der Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN				
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Anwesenheitspflicht</b>				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Algorithmen und Komplexität für Quantencomputer				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
		3,0	Vorlesung/Übung	englisch
<b>Literaturhinweise</b>				
(de) wird in der Veranstaltung bekannt gegeben (en) will be announced in the lecture				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Algorithmen und Komplexität für Quantencomputer				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
		1,0	Übung	englisch
<b>Literaturhinweise</b>				
(de) wird in der Veranstaltung bekannt gegeben (en) will be announced in the lecture				

<b>Modulname</b>	Computeralgebra		
<b>Nummer</b>	1294470	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	MAT-STD7-4	<b>Sprache</b>	englisch deutsch
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten) oder mündlichen Prüfung (25-35 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- der euklidische Algorithmus</li> <li>- Faktorisieren von Polynomen über endlichen Körpern</li> <li>- Faktorisieren von Polynomen über <math>\mathbb{Z}</math> und <math>\mathbb{Q}</math></li> <li>- Primzahltests und Faktorisieren von ganzen Zahlen</li> <li>- Ringe: Polynomring und Ideale</li> <li>- Gröbner Basen und S-Polynome</li> <li>- Buchberger's Algorithmus zur Berechnung von Gröbner-Basen</li> <li>- Anwendung in der algebraischen Lösung von nicht-linearen Gleichungssystemen</li> <li>- Symbolische Integration und symbolische Summation</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung</li> <li>- verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden</li> <li>- können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- verstehen die Grundbegriffe der Techniken der Computeralgebra in Theorie und Praxis, wie der Euklidische Algorithmus und Gröbner-Basen, deren Berechnung und Anwendung</li> <li>- verstehen die zahlentheoretischen und algebraischen Techniken und können diese analysieren und anwenden</li> <li>- können Faktorisierungen berechnen und Methoden zum Lösen nichtlinearer Gleichungssystemen und zum Arbeiten mit algebraischen Objekten anwenden und analysieren</li> </ul>			

**Literatur**

- Von zur Gathen, Gerhard, Modern Computer Algebra, Cambridge University Press
- Adams, Loustauanau, An Introduction to Gröbner Basis, AMS, 1991

**Zugeordnet zu folgenden Studiengängen**

Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Data Science PO 2	Methoden und Konzepte der Mathematik			

↑

**ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN**

**Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen**

**Anwesenheitspflicht**

<b>Modulname</b>	Diskrete Optimierung		
<b>Nummer</b>	1294460	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	MAT-STD7-4	<b>Sprache</b>	englisch deutsch
<b>Turnus</b>	nur im Wintersemester	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten) oder mündlichen Prüfung (25-35 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Effizient lösbare Kombinatorische und ganzzahlige Optimierungsaufgaben</li> <li>- ganzzahlige Polyeder</li> <li>- Relaxation, Dualität und Dekomposition</li> <li>- NP-schwere kombinatorische Optimierungsaufgaben</li> <li>- NP-schwere ganzzahlige Optimierungsaufgaben</li> <li>- NP-schwere gemischt-ganzzahlige Optimierungsaufgaben</li> <li>- Branch &amp; Bound, Branch &amp; Cut</li> <li>- Dynamische Programmierung</li> <li>- Approximationsalgorithmen</li> <li>- Ausgewählte Anwendungen (Industrie, Wirtschaft, Informatik,...)</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung</li> <li>- verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden</li> <li>- können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kennen und verstehen kombinatorische und diskrete Optimierungsprobleme</li> <li>- verstehen die Begriffe und Ergebnisse der Komplexitätstheorie</li> <li>- verstehen die wichtigen Sätze, Beweise und Verfahren der diskreten und kombinatorischen Optimierung und können diese anwenden und analysieren</li> <li>- kennen und verstehen allgemeine algorithmischer Prinzipien und Problemstrukturen</li> </ul>			

- können Algorithmen für Anwendungen entwerfen, anwenden und analysieren, insbesondere für NP-schwere Probleme

**Literatur**

- W.J. Cook, W.H. Cunningham, W.R. Pulleyblank, and A. Schrijver, Combinatorial Optimization, John Wiley and Sons, 1998
- Korte/Vygen, Combinatorial Optimization, Springer, 2003
- A. Schrijver, Combinatorial Optimization, Volume A-C, Springer, 2004
- A. Schrijver, Theory of Linear and Integer Programming, Wiley, 1986
- G.L. Nemhauser, L.A. Wolsey, Integer and Combinatorial Optimization, Wiley, 1988
- L.A. Wolsey, Integer Programming, Wiley, 1998

**Zugeordnet zu folgenden Studiengängen**

Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Data Science PO 2	Methoden und Konzepte der Mathematik			

↑

**ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN**

**Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen**

**Anwesenheitspflicht**

**Titel der Veranstaltung**

Diskrete Optimierung

Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
		6,0	Vorlesung/Übung	englisch

**Literaturhinweise**

- W.J. Cook, W.H. Cunningham, W.R. Pulleyblank, and A. Schrijver, Combinatorial Optimization, JohnWiley and Sons, 1998
- Korte/Vygen, Combinatorial Optimization, Springer, 2003
- A. Schrijver, Combinatorial Optimization, Volume A-C, Springer, 2004
- A. Schrijver, Theory of Linear and Integer Programming, Wiley, 1986
- G.L. Nemhauser, L.A. Wolsey, Integer and Combinatorial Optimization, Wiley, 1988
- L.A. Wolsey, Integer Programming, Wiley, 1998

**Titel der Veranstaltung**

Diskrete Optimierung

Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
		2,0	kleine Übung	englisch

<b>Modulname</b>	Dynamische Optimierung		
<b>Nummer</b>	1294450	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	MAT-STD7-4	<b>Sprache</b>	englisch deutsch
<b>Turnus</b>	nur im Sommersemester	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten) oder mündlichen Prüfung (25-35 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modellierung dynamischer Prozesse durch ODE und DAE</li> <li>- Theorie der Anfangswertprobleme bei gewöhnlichen Differentialgleichungen (ODE) und differentialalgebraischen (DAE) Gleichungen</li> <li>- Randwertprobleme, Lösung durch Einfachschieß- und Mehrzielverfahren</li> <li>- Modellierung und Transformation von Optimalsteuerungsproblemen</li> <li>- Das Prinzip von Bellman</li> </ul> <p>Direkte, indirekte, sequentielle und simultane Ansätze, darunter beispielsweise das Pontryagin'sche Maximumprinzip, Einfachschießverfahren, Kollokationsverfahren, Mehrzielverfahren, dynamische Optimierung, die Hamilton-Jacobi-Bellman-Gleichung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Strukturen und deren Ausnutzung im direkten Mehrzielverfahren</li> <li>- Parameterschätzung und dynamischen Problemen</li> <li>- Das verallgemeinerte Gauß-Newton-Verfahren, lokale Kontraktion und Konvergenz</li> <li>- Statistik des verallgemeinerten Gauß-Newton-Verfahrens</li> <li>- Optimale Versuchsplanung</li> <li>- Modelldiskriminierung</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung</li> <li>- verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden</li> <li>- können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren</li> </ul>			

- kennen und verstehen die Problemstellungen der Optimalen Steuerung, der Parameterschätzung, der optimalen Versuchsplanung und der Modelldiskriminierung
- kennen grundsätzliche Herangehensweisen auf dem Gebiet der optimalen Steuerung und können diese anwenden und analysieren
- können die Methoden analysieren, interpretieren und weiterentwickeln, insbesondere zur Effizienzsteigerung numerischer Algorithmen am Beispiel der Optimalen Steuerung

**Literatur**

M. Gerds: Optimal Control of ODEs and DAEs, De Gruyter, 2011.  
 A. E. Bryson, Y.-C. Ho: Applied Optimal Control: Optimization Estimation an Control, Routledge, 1975.  
 G. Feichtinger, R. F. Hartl: Optimale Kontrolle Ökonomischer Prozesse, De Gruyter, 1986.  
 Y. Bard: Nonlinear Parameter Estimation, Academic Press, 1974.  
 D. Bertsekas: Dynamic Programming & Optimal Control, Athena Scientific, 2005.

**Zugeordnet zu folgenden Studiengängen**

Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Data Science PO 2	Methoden und Konzepte der Mathematik			



**ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN**

**Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen**

**Anwesenheitspflicht**

**Titel der Veranstaltung**

Dynamische Optimierung

Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
		6,0	Vorlesung/Übung	englisch

**Titel der Veranstaltung**

Dynamische Optimierung

Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
		2,0	kleine Übung	englisch

<b>Modulname</b>	Introduction to Quantum Information Theory		
<b>Nummer</b>	1294540	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	IntrQuantInfTH	<b>Sprache</b>	englisch deutsch
<b>Turnus</b>	nur im Sommersemester	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	4 / 6,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	56	<b>Selbststudium (h)</b>	124
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Grundkenntnisse der klassischen Informationstheorie werden empfohlen		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann die Prüferin bzw. der Prüfer auch das Take-Home-Examen als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vektoren und Operatoren,</li> <li>• Zustände, Beobachtungsgrößen, Statistik,</li> <li>• Zusammengesetzte Systeme und Verschränkung,</li> <li>• Klassische Entropie und Information,</li> <li>• Der klassisch-quantische Kanal,</li> <li>• Quantenevolutionen und -kanäle,</li> <li>• Quantenentropie und Informationsquantitäten</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung</li> <li>• verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden</li> <li>• können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• A. Holevo: Quantum Systems, Channels, Information</li> </ul>			

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Data Science PO 2	Methoden und Konzepte der Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN				
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>				
Das Modul "Introduction to Quantum Information Theory" besteht aus einer Vorlesung und aus einer Übung.				
<b>Anwesenheitspflicht</b>				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Introduction to Quantum Information Theory				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
N.N. Dozent-Mathematik		3,0	Vorlesung/Übung	englisch deutsch
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Introduction to Quantum Information Theory				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
N.N. Dozent-Mathematik		1,0	kleine Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Inverse Probleme		
<b>Nummer</b>	1294430	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	MAT-STD7-43	<b>Sprache</b>	englisch deutsch
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	3 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Kenntnisse in 'Einführung in die Numerik' werden vorausgesetzt. Kenntnisse in Funktionalanalysis sind hilfreich.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompakte Operatoren, Pseudo-Inverse</li> <li>• Regularisierungsmethoden, Ordnungsoptimalität</li> <li>• Tikhonov-Regularisierung, Landweberverfahren, CG-Verfahren</li> <li>• A-priori und a-posteriori Parameterwahl</li> <li>• ggf. nichtlineare Probleme oder konvexe variationale Regularisierung</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung</li> <li>• verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden</li> <li>• können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren</li> <li>• kennen und verstehen den Begriff eines "schlecht gestellten Problems", Regularisierungsverfahren und deren Eigenschaften</li> <li>• können Methoden zur Bearbeitung schlecht gestellter Probleme verstehen, analysieren und anwenden und die mit dem Computer zur Berechnung von Regularisierungen einsetzen</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rieder, Keine Probleme mit Inversen Problemen, Vieweg, 2003 (deutsch)</li> <li>• Engl, Hanke, Neubauer, Regularization of Inverse Problems, Kluwer, 2000 (english)</li> </ul>			

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Data Science PO 2	Methoden und Konzepte der Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>
<b>Anwesenheitspflicht</b>

Titel der Veranstaltung				
Inverse Probleme				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
		3,0	Vorlesung/Übung	englisch
Literaturhinweise				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rieder, Keine Probleme mit Inversen Problemen, Vieweg, 2003 (deutsch)</li> <li>• Engl, Hanke, Neubauer, Regularization of Inverse Problems, Kluwer, 2000 (english)</li> </ul>				

Titel der Veranstaltung				
Inverse Probleme				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Dirk Lorenz		1,0	Übung	englisch

<b>Modulname</b>	Kontinuierliche Optimierung in Data Science		
<b>Nummer</b>	1294420	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	MAT-STD7-4	<b>Sprache</b>	englisch deutsch
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	3 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Linear and Nonlinear Regression</li> <li>- Matrix Completion</li> <li>- Low Rank Parameterization</li> <li>- Nonnegative Matrix Factorisation</li> <li>- Sparse Inverse Covariance</li> <li>- Sparse Principal Component Analysis</li> <li>- Nichtlineare Support Vector Machines</li> <li>- Logistic Regression</li> <li>- Deep Learning</li> <li>- selected applications</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung</li> <li>- verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden</li> <li>- können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren</li> </ul> <p>- erinnern und verstehen exemplarischer Aufgabenstellungen aus dem Bereich Data Science</p> <p>- beherrschen ausgewählte Problemlösefähigkeiten mit Mitteln der kontinuierlichen Optimierung und können diese anwenden</p> <p>- verstehen Theorie und Algorithmik der kontinuierlichen Optimierung im Zusammenhang mit statistischen Phänomenen der Datengrundlagen</p>			

<b>Literatur</b>

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Data Science PO 2	Methoden und Konzepte der Mathematik			

↑

<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>
<b>Anwesenheitspflicht</b>

Titel der Veranstaltung				
Kontinuierliche Optimierung in Data Science				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
		3,0	Vorlesung/Übung	englisch

Titel der Veranstaltung				
Kontinuierliche Optimierung in Data Science				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
		1,0	Übung	englisch

<b>Modulname</b>	Maschinelles Lernen mit neuronalen Netzen		
<b>Nummer</b>	1294410	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	MAT-STD7-4	<b>Sprache</b>	englisch deutsch
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	3 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>		<b>Selbststudium (h)</b>	
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mehrschichtige neuronale Netze</li> <li>- Backpropagation-Algorithmus</li> <li>- Regularisierung</li> <li>- Stochastische Gradientenverfahren</li> <li>- Optimierungsmethoden zweiter Ordnung</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung</li> <li>- verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden</li> <li>- können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kennen und verstehen neuronale Netze und können diese anhand mathematischer Größen und Begriffe charakterisieren</li> <li>- kennen verschiedene Einsatzgebiete und Anwendungen neuronaler Netze</li> <li>- kennen und verstehen Optimierungsmethoden für das Training neuronaler Netze und können diese anwenden</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville, Deep Learning, MIT Press, 2017</li> <li>- C. M. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006</li> </ul>			

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Data Science PO 2	Methoden und Konzepte der Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN				
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen				
Anwesenheitspflicht				
Titel der Veranstaltung				
Maschinelles Lernen mit neuronalen Netzen				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
		3,0	Vorlesung/Übung	englisch
Titel der Veranstaltung				
Maschinelles Lernen mit neuronalen Netzen				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
		1,0	kleine Übung	englisch

<b>Modulname</b>	Mathematical Foundations of Information Theory and Coding Theory		
<b>Nummer</b>	1294600	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	MathFoundInfThCodTh	<b>Sprache</b>	englisch deutsch
<b>Turnus</b>	nur im Wintersemester	<b>Lehrinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1 Semester	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	3 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben oder eines Vortrages nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kraft-Ungleichung und McMillans Theorem</li> <li>- Huffman-Kodierungen</li> <li>- Stochastische Prozesse</li> <li>- Entropie und Entropieraten</li> <li>- Das Shannon-McMillan-Breiman-Theorem</li> <li>- Universelle Kodierung und Lempel-Ziv-Kodierung</li> <li>- Ratenallokation</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung</li> <li>• verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden</li> <li>• können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren</li> <li>• beherrschen die wesentlichen Grundlagen des Gebietes</li> <li>• können einzelne Methoden in einen größeren Zusammenhang einordnen</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cover &amp; Thomas „Elements of Information Theory“ (Wiley)</li> </ul>			

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Data Science PO 2	Methoden und Konzepte der Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN				
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen				
Das Modul "Mathematical Foundations of Information Theory and Coding Theory" besteht aus einer Vorlesung und einer Übung. Die "kleine Übung" ist nur verpflichtend, wenn diese anstelle der "großen Übung" angeboten wird.				
Anwesenheitspflicht				
Titel der Veranstaltung				
Mathematical Foundations of Information Theory and Coding Theory				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
N.N. Dozent-Mathematik		3,0	Vorlesung/Übung	englisch deutsch

<b>Modulname</b>	Modellreduktion		
<b>Nummer</b>	1294500	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	MAT-STD7-5	<b>Sprache</b>	englisch deutsch
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten) oder mündlichen Prüfung (25-35 Minuten) oder eines Portfolios nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten, insbesondere ggf. die Ausgestaltung des eigenständig zu erstellenden Modul-Portfolios, gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Numerische Verfahren zur Modellreduktion für zeitabhängige lineare und nichtlineare Systeme, insbesondere modales Abschneiden (Eigenwert-basierte Verfahren, Singulärwertzerlegung-basierte Verfahren)</li> <li>- Proper orthogonal decomposition (POD)/Karhunen-Loeve-Zerlegung</li> <li>- (discrete) empirical interpolation method ((D)EIM)</li> <li>- Reduzierte Basis Methoden für parameterabhängige Systeme</li> <li>- Greedy Verfahren, Zertifizierung, Anwendungen.</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung</li> <li>- verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden</li> <li>- können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- verstehen das Konzept der Modellreduktion und können es anwenden</li> <li>- kennen und verstehen die wichtigsten Verfahren der (nicht)linearen Modellreduktion</li> <li>- können die Verfahren analysieren und verstehen die grundlegenden Grenzen der Anwendbarkeit der Verfahren</li> <li>- können die Verfahren, die Güte und Optimalität der erreichbaren Approximation bewerten</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			

wird in der Veranstaltung bekannt gegeben

**Zugeordnet zu folgenden Studiengängen**

Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Data Science PO 2	Methoden und Konzepte der Mathematik			

↑

**ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN**

**Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen**

**Anwesenheitspflicht**

**Titel der Veranstaltung**

Modellreduktion

Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Carmen Gräble		2,0	Übung	englisch

**Titel der Veranstaltung**

Modellreduktion

Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
		4,0	Vorlesung/Übung	englisch

**Literaturhinweise**

(de) wird in der Veranstaltung bekannt gegeben  
 (en) will be announced in the lecture

<b>Modulname</b>	Nichtnegativität und polynomielle Optimierung		
<b>Nummer</b>	1294380	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	MAT-STD7-3	<b>Sprache</b>	englisch deutsch
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten) oder mündlichen Prüfung (25-35 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.  Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin.  Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Klassische Nichtnegativität und Summen von Quadraten (SOS)</li> <li>- Semidefinite Optimierung: Bezug zu SOS, Momenten, Spektraedern</li> <li>- Positivstellensätze: Grundlage polynomieller Optimierung unter Nebenbedingungen</li> <li>- Polynomielle Optimierung in der Praxis: Software und Solver; Anwendungen; Theorie vs. Praxis</li> </ul> <p>Außerdem beispielsweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tarski-Seidenberg Theorem und CAD</li> <li>- Stabilität und hyperbolische Optimierung</li> <li>- AGI-Formen</li> <li>- Bezüge zur theoretischen Informatik</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>- verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung</li> <li>- verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden</li> <li>- können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kennen und verstehen die Kernaussagen der reell algebraischen Geometrie zu Nichtnegativität und deren Bezug zur polynomiellen Optimierung</li> <li>- kennen und verstehen die gängigen Methoden in der polynomiellen Optimierung in Theorie und Praxis</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			

- S. Basu, R. Pollack, M.F. Roy: "Algorithms in real algebraic geometry", Springer 2003.
- G. Blekherman, P.A. Parillo, R.R. Thomas "Semidefinite Optimization and Convex Algebraic Geometry", MOS-SIAM Series on Optimization, 2013.
- J.B. Lasserre: "An Introduction to Polynomial and Semi-Algebraic Optimization", Cambridge University Press, 2015.
- J.B. Lasserre: "Moments, Positive Polynomials and Their Applications", Imperial College Press, 2009.
- M. Marshall: "Positive Polynomials and Sums of Squares", Mathematical Surveys and Monographs, AMS, 2008.

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Data Science PO 2	Methoden und Konzepte der Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN				
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen				
Anwesenheitspflicht				

Titel der Veranstaltung				
Nichtnegativität und polynomielle Optimierung				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
		6,0	Vorlesung/Übung	englisch
Literaturhinweise				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• S. Basu, R. Pollack, M.F. Roy: "Algorithms in real algebraic geometry", Springer 2003.</li> <li>• G. Blekherman, P.A. Parillo, R.R. Thomas "Semidefinite Optimization and Convex Algebraic Geometry", MOS-SIAM Series on Optimization, 2013.</li> <li>• J. B. Lasserre: "An Introduction to Polynomial and Semi-Algebraic Optimization", Cambridge University Press, 2015.</li> <li>• J. B. Lasserre: "Moments, Positive Polynomials and Their Applications", Imperial College Press, 2009.</li> <li>• M. Marshall: "Positive Polynomials and Sums of Squares", Mathematical Surveys and Monographs, AMS, 2008.</li> </ul>				

Titel der Veranstaltung				
Nichtnegativität und polynomielle Optimierung				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
		2,0	Übung	englisch

<b>Modulname</b>	Numerische Lineare Algebra in Data Science		
<b>Nummer</b>	1294360	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	MAT-STD7-3	<b>Sprache</b>	englisch deutsch
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	3 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<p>Ziel der Veranstaltung ist es, die Studierenden mit Methoden der numerischen linearen Algebra im Bereich Data Mining vertraut zu machen. Nach Abschluss der Veranstaltung sollen die Studierenden in der Lage sein, Probleme aus diesem Bereich besser einordnen zu können und selbstständig Lösungsansätze auf der Grundlage der in der Vorlesung behandelten Thematiken entwickeln zu können.</p> <p>Ideen und Methoden der numerischen linearen Algebra spielen eine wichtige Rolle in vielen Bereichen der Auswertung und Analyse von Daten. Die Veranstaltung gibt eine Einführung dazu, wie aus großen Datenmenge Informationen mithilfe von Konzepten und Algorithmen der numerischen linearen Algebra extrahiert werden können. Insbesondere werden im Verlauf der Veranstaltung</p> <p>Niedrigrangapproximationen von Matrizen, Methoden zur Lösung linearer Ausgleichsprobleme, die Singulärwertzerlegung sowie (nichtnegative) Matrixfaktorisierungen und Eigenwertalgorithmen thematisiert.</p>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung</li> <li>- verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden</li> <li>- können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren</li> </ul> <p>- kennen und verstehen die Methoden der numerischen linearen Algebra im Bereich Data Mining</p> <p>- können Probleme in diesem Bereich analysieren und bewerten und selbstständig Lösungsansätze auf der Grundlage der in der Vorlesung behandelten Thematiken entwickeln</p>			

**Literatur**

- Lars Eldén, „Matrix Methods in Data Mining and Pattern Recognition“, Society for Industrial and Applied Mathematics, 2019
- James Demmel, „Applied numerical linear algebra“, Society for Industrial and Applied Mathematics, 1997
- Lloyd Trefethen, David Bau, „Numerical linear Algebra“, Society for Industrial and Applied Mathematics, 1997
- Gene Golub, Charles van Loan, „Matrix Computations“, Johns Hopkins University Press, 2013

**Zugeordnet zu folgenden Studiengängen**

Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Data Science PO 2	Methoden und Konzepte der Mathematik			

↑

**ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN**

**Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen**

**Anwesenheitspflicht**

<b>Modulname</b>	Numerische Methoden und Lernen von Daten		
<b>Nummer</b>	1294350	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	MAT-STD7-3	<b>Sprache</b>	englisch deutsch
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>		<b>Selbststudium (h)</b>	
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten) oder mündlichen Prüfung (25-35 Minuten) oder eines Portfolios nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.  Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin.  Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Randomisierte Methoden, wie etwa Matrix-Multiplikation, randomisierte Zerlegungen (QR, SVD), Rangbestimmung</li> <li>- Niedrigrangmethoden, Grundzüge des Compressed Sensing</li> <li>- Numerische Methoden für strukturierte Matrizen (FFT, Zirkulanten, Topelitz-Matrizen, Inzidenzmatrizen) und deren Anwendungen</li> <li>- Grundbegriffe der Stochastik und Optimierung, insbes. stochastic gradient descent method</li> <li>- Grundzüge der Methoden des Learnings, etwa Deep Learning</li> <li>- Umsetzung numerischer Methoden in einer Programmiersprache wie MATLAB</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>- verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung</li> <li>- verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden</li> <li>- können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kennen und verstehen numerischer Methoden, die Eingang finden in Techniken im Bereich Data Science, etwa Deep Learning oder Machine Learning</li> <li>- kennen und verstehen Grundzüge des Machine Learnings, etwa Deep Neural Networks</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			
Gilbert Strang: Linear Algebra and Learning from Data, Wellesley – Cambridge Press, 2019			

<b>Zugeordnet zu folgenden Studiengängen</b>				
<b>Studiengang/Studiengangsversion</b>	<b>Bereich</b>	<b>Pflichtform</b>	<b>Sem. Auswahl</b>	<b>ECTS</b>
Master Data Science PO 2	Methoden und Konzepte der Mathematik			

↑

<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>
<b>Anwesenheitspflicht</b>

<b>Modulname</b>	Optimization in machine learning and data analysis 1		
<b>Nummer</b>	1294340	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	MAT-STD7-3	<b>Sprache</b>	englisch deutsch
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehrinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1 Semester	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	3 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	Es werden Kenntnisse aus Lineare Algebra, Analysis, Lineare und Kombinatorische Optimierung und aus Diskrete Optimierung sowie Grundkenntnisse im Bereich Wahrscheinlichkeitstheorie vorausgesetzt.		
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
Inhalte sind Modelle, Kriterien und Methoden zur Analyse von Vektordaten als Graphen und zur Analyse von Netzwerken, insbesondere Zentralität und Clusterung, sowie Optimierungsmethoden und grundlegende Analysen für verschiedene Formen des maschinellen Lernens. Dies kann mehrstufige, künstliche Neuronenetze beinhalten.			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung</li> <li>- verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden</li> <li>- können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren</li> </ul> <p>- kennen und verstehen von Optimierungsmethoden für maschinelles Lernen und maschinelles Lernen in Algorithmen der Optimierung, insbesondere der diskreten Optimierung und Netzwerkoptimierung</p>			
<b>Literatur</b>			
wird in der Veranstaltung bekannt gegeben			

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Data Science PO 2	Methoden und Konzepte der Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN				
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Anwesenheitspflicht</b>				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Optimierung in Maschinellern Lernen und Datenanalyse 1				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Sebastian Stiller		1,0	Übung	deutsch
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Optimierung in Maschinellern Lernen und Datenanalyse 1				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
		3,0	Vorlesung/Übung	deutsch
<b>Literaturhinweise</b>				
(de) wird in der Veranstaltung bekannt gegeben (en) will be announced in the lecture				

<b>Modulname</b>	Statistisches und maschinelles Lernen		
<b>Nummer</b>	1294310	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	MAT-STD7-3	<b>Sprache</b>	englisch deutsch
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	4 / 7,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	56	<b>Selbststudium (h)</b>	154
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	Es werden Kenntnisse aus den Vorlesungen „Einführung Stochastik“ „Wahrscheinlichkeitstheorie“ und Grundkenntnisse über lineare Regression vorausgesetzt.		
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Grundkenntnisse im Programmieren mit R oder C++, Kenntnisse der Vorlesungen „Mathematische Statistik“ und „Nichtparametrik“ sind hilfreich, aber nicht notwendig.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Supervised Learning: Lineare Regression, Logistische Regression, Support Vector Machines, - Decision Trees, k-means, kernel smoothing methods, Random forests, Bagging und Boosting, Neuronale Netzwerke</li> <li>- Unsupervised Learning: Principal Component Analysis, Clustering</li> <li>- Modellanpassungen: Wahl der Glättungsparameter via cross validation oder Bootstrap</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung</li> <li>- verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden</li> <li>- können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren</li> </ul> <p>- kennen und verstehen die grundlegenden Ideen und Methoden im Bereich des maschinellen und statistischen Lernens</p> <p>- können diese Methoden analysieren, bewerten und praktisch Anwenden</p>			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>– G. James, D. Witten, T. Hastie, R. Tibshirani: „An Introduction to Statistical Learning“, Springer 2013</li> <li>– T. Hastie, R. Tibshirani, J. Friedman: „The Elements of Statistical Learning“, Springer 2001</li> <li>– K. Murphy: „Machine Learning – A probabilistic perspective“, The MIT Press, 2012</li> </ul>			

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Data Science PO 2	Methoden und Konzepte der Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN				
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen				
Anwesenheitspflicht				
Titel der Veranstaltung				
Statistisches und maschinelles Lernen				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
		3,0	Vorlesung/Übung	deutsch
Titel der Veranstaltung				
Statistisches und maschinelles Lernen				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
		1,0	kleine Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Fortgeschrittenenpraktikum		
<b>Nummer</b>	1294440	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>	MAT-STD7-4	<b>Sprache</b>	englisch deutsch
<b>Turnus</b>	in jedem Semester	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	66
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>			
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben und/oder eines Portfolios. Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<p>[Fortgeschrittenenpraktikum Numerik/Advanced Computerlab Numerical Analysis]          (de) Das Fortgeschrittenenpraktikum Numerik behandelt fortgeschrittene Methoden des wissenschaftlichen Rechnens. Es wird ein anspruchsvolles Anwendungsproblem aus dem Bereich Finanz- und Wirtschaftsmathematik oder Data Science behandelt, zu dessen numerischer Lösung verschiedene numerische Verfahren, die zum überwiegenden Teil in Vorlesungen wie „Numerische Methoden der Finanzmathematik“, „Numerische Lineare Algebra“, "Numerical Methods and Learning from Data" und „Numerik gewöhnlicher Differenzialgleichungen“ vorgestellt worden sind, effizient und gegebenenfalls auch parallel zu implementieren und in der Praxis zu testen. Dabei sollen die Möglichkeiten, aber auch die Grenzen dieser Verfahren genauer kennengelernt werden. Für einige anspruchsvolle numerische Teilaufgaben existieren sehr effiziente und vielfach getestete Implementierungen. In einem solchen Fall sollten derartige fertige Routinen mit der eigenen Implementierung verknüpft werden und auf eine eigene Implementation dieser Teilaufgabe verzichtet werden.</p> <p>[Fortgeschrittenenpraktikum Optimierung/Advanced Computerlab Optimization]          (de) Verbindung fortgeschrittener Kenntnisse in Mathematischer Optimierung mit der praktischen Planung und Durchführung großer Optimierungsprojekte. Dazu sind Algorithmen zur Lösung komplexer mathematischer Modelle der Mathematischen Optimierung, die zum Teil in den Vorlesungen "Diskrete Optimierung", "Kontinuierliche Optimierung" oder aktuellen Spezialvorlesungen der Mathematischen Optimierung vorgestellt oder vorbereitet worden sind, selbstständig effizient zu implementieren und auszutesten. Dabei sollen die Möglichkeiten, aber auch die Grenzen dieser Verfahren, genauer kennengelernt werden. Als roter Faden kann ein genügend breites Gebiet der jeweiligen Richtung der Mathematischen Optimierung dienen, wie z.B.          - Algorithmen für Scheduling-, Rucksack-, Färbungs- oder Rundreiseprobleme,          - Algorithmen für differenzierbare oder nichtglatte Nichtlineare Optimierungsprobleme mit oder ohne Restriktionen.</p> <p>Für wichtige Methoden stehen sehr effiziente, gut ausgetestete Implementierungen zur Verfügung. Bei Standardanwendungen empfiehlt es sich daher, auf entsprechende professionelle Software (z.B. CPLEX, Gurobi, Matlab) zurückzugreifen.</p> <p>[Fortgeschrittenenpraktikum Data Science/Advanced Computerlab Data Science]          (de) Im Fortgeschrittenenpraktikum Data Science werden aktuelle Machine Learning-Modelle implementiert, trainiert, angewendet und interpretiert, um praxisrelevante Fragestellungen auf der Basis umfangreicher strukturierter</p>			

oder unstrukturierter Datensätze zu bearbeiten. Auf theoretischer Ebene vermittelte Grundlagen und Techniken (z.B. Modelle und deren Bewertung, Optimierungsalgorithmen, Interpretationstechniken) werden praktisch angewendet und erweitert, unter anderem mittels in verschiedenen Frameworks (z.B. TensorFlow, Keras, Matplotlib) bereitgestellter Funktionen. Die eigenständige Implementierung von Machine Learning-Modellen in Python bildet, neben der Nutzung spezialisierter Frameworks, einen weiteren Schwerpunkt.

[Fortgeschrittenenpraktikum Statistisches Lernen/Advanced Computerlab Statistical Learning]

(de) Im Fokus des Fortgeschrittenenpraktikums Statistisches Lernen stehen bekannte Verfahren des maschinellen Lernens. Diese werden vor allem aus der Perspektive der mathematischen Statistik betrachtet. Für vorgestellte strukturierte und unstrukturierte Daten wird den Studierenden das Finden passender Lösungsansätze, deren Implementierung, z.B. in der Statistiksoftware R, sowie Interpretationstechniken der Ergebnisse vermittelt. Vor- und Nachteile der eingesetzten Methoden sowie die zugrundeliegenden Modellannahmen werden aus wahrscheinlichkeitstheoretischer bzw. statistischer Sicht diskutiert. Die Studierenden haben die Möglichkeit ihr in früheren Lehrveranstaltungen erworbenes Wissen zu Wahrscheinlichkeitstheorie und mathematischer Statistik anzuwenden. Ein Schwerpunkt des Praktikums ist die eigenständige Implementierung von Modellen des maschinellen Lernens unter anderem mittels Frameworks wie TensorFlow, mlr3, Keras.

**Qualifikationsziel**

Die Studierenden

- erinnern und verstehen die Grundaufgaben und Methoden der Mathematischen Algorithmen und deren praktischer Anwendung
- können mit mathematischen Programmierungsumgebungen umgehen
- können mathematische Algorithmen anwenden, analysieren und bewerten und diese implementieren
- können mathematische Algorithmen dokumentieren und präsentieren

**Literatur**

**Zugeordnet zu folgenden Studiengängen**

Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Data Science PO 2	Methoden und Konzepte der Mathematik			



**ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN**

**Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen**

**Anwesenheitspflicht**

**Titel der Veranstaltung**

Fortgeschrittenenpraktikum Data Science

Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Christoph Brauer Timo de Wolff Matthias Neumann-Brosig		4,0	Übung	englisch deutsch

<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Fortgeschrittenenpraktikum Data Science				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Christoph Brauer Timo de Wolff Matthias Neumann-Brosig		2,0	Vorlesung	englisch
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Fortgeschrittenenpraktikum Statistisches Lernen				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Alexander Braumann Jens-Peter Kreiß		2,0	Vorlesung	englisch deutsch
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Fortgeschrittenenpraktikum Statistisches Lernen				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Alexander Braumann Jens-Peter Kreiß		4,0	Übung	englisch deutsch
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Fortgeschrittenenpraktikum Optimierung				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Christian Kirches Sebastian Stiller		2,0	Vorlesung	englisch
<b>Literaturhinweise</b>				
(de) wird in der Veranstaltung bekannt gegeben (en) will be announced in the lecture				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Fortgeschrittenenpraktikum Optimierung				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Christian Kirches Sebastian Stiller		4,0	Übung	englisch
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Fortgeschrittenenpraktikum Numerik				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Matthias Bollhöfer		2,0	Vorlesung	englisch deutsch
<b>Literaturhinweise</b>				
(de) wird in der Veranstaltung bekannt gegeben (en) will be announced in the lecture				

<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Fortgeschrittenenpraktikum Numerik				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Matthias Bollhöfer		4,0	Übung	englisch

<b>Modulname</b>	Seminar Data Science - Section Mathematics		
<b>Nummer</b>	1296916850	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>	MathSem	<b>Sprache</b>	englisch
<b>Turnus</b>	in jedem Semester	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	2 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	150 h		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	28	<b>Selbststudium (h)</b>	122
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	1 Prüfungsleistung in Form eines Referats nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>			
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
abhängig vom gewählten Seminar			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erwerb von sozialen und beruflichen Kompetenzen, Schlüsselqualifikationen und Strategien zur Verhaltensänderung</li> <li>• Kompetenzen und Fähigkeiten in freier Rede, ausgewählten Gesprächstechniken und ausgewählten Moderations- und Präsentationstechniken</li> <li>• vertiefte Kenntnis von und Fähigkeit im Umgang mit Informations-/Kommunikationstechnologien</li> <li>• vertiefte Kenntnisse des Schreibens mathematisch-technischer Texte, Bibliographierens, Exzerpieren und der Informationsverwaltung, sowie Grundlagen</li> <li>• wissenschaftlicher Argumentation und wissenschaftlicher - Grundkenntnisse der Wissenschaftsgeschichte der Mathematik</li> <li>• vertiefte Kenntnisse gesellschaftlicher Bezüge der Fachwissenschaft Mathematik (wirtschaftliche, politische, soziale, ethische Bezüge)</li> <li>• Erwerb handlungsorientierter Fähigkeiten für die Kommunikation im beruflichen Alltag bei Präsentation, Vermittlung und Dokumentation von Inhalten.</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			
abhängig vom gewählten Seminar			

<b>Zugeordnet zu folgenden Studiengängen</b>				
<b>Studiengang/Studiengangsversion</b>	<b>Bereich</b>	<b>Pflichtform</b>	<b>Sem. Auswahl</b>	<b>ECTS</b>
Master Data Science PO 2	Methoden und Konzepte der Mathematik			



<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>				
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Anwesenheitspflicht</b>				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Master-Seminar Analysis				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Dirk Lorenz		2,0	Seminar	englisch deutsch
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Master-Seminar Mathematische Optimierung				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Sebastian Stiller		2,0	Seminar	englisch
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Master-Seminar Mathematische Stochastik				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Jens-Peter Kreiß		2,0	Seminar	deutsch
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Master-Seminar "Nichtnegativität und polynomielle Optimierung"				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Clemens Adelman Bettina Eick Tobias Moede		2,0	Seminar	
<b>Literaturhinweise</b>				
(de) wird im Seminar bekannt gegeben				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Master-Seminar Numerik				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Matthias Bollhöfer Heike Faßbender		2,0	Seminar	englisch

<b>Modulname</b>	Mathematical Foundations of Data Science		
<b>Nummer</b>	1296916020	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>	MathFound_DS	<b>Sprache</b>	englisch deutsch
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	300 h		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden Grundkenntnisse in 'Wahrscheinlichkeitstheorie/Statistik' vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten) oder mündlichen Prüfung (25-35 Minuten) oder einer Portfolio-Prüfung (gemäß § 9i APO) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der Prüfer bzw. die Prüferin auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Im Falle einer Portfolio-Prüfung entfällt die zusätzliche Studienleistung in Form von Hausaufgaben und nimmt die Form einer schriftlichen Ausarbeitung an nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>	<p>Der Kurs bietet einen umfassenden Überblick über die mathematischen Grundlagen der statistischen Lerntheorie und deren Bedeutung für das maschinelle Lernen. Es werden grundlegende Begriffe wie Hypothesenräume, Lernalgorithmen sowie Trainings- und Testdaten behandelt. Die Teilnehmer lernen, wie Algorithmen durch Verlustfunktionen, Risiko und Bayes Risiko bewertet werden und wie sich erwartetes Risiko von empirischem Risiko unterscheidet.</p> <p>Wichtige Konzepte wie Risikominimierung, Regularisierung und das Bias-Varianz-Dilemma werden erklärt, um die Balance zwischen Modellkomplexität und Überanpassung zu verstehen. Die Analyse klassischer Lernalgorithmen wie Support Vector Machines, neuronale Netzwerke und Entscheidungsbäume umfasst die Trade-offs zwischen Trainingsfehler und Verallgemeinerungsfähigkeit sowie Optimierungsprobleme und Regularisierungstechniken. Der Kurs führt auch in fortgeschrittene Themen wie Rademacher-Komplexität und Algorithmusstabilität ein und diskutiert aktuelle Forschungsthemen und Anwendungsgebiete der statistischen Lerntheorie im maschinellen Lernen.</p>		
<b>Qualifikationsziel</b>	<p>Die Studierenden sind in der Lage die mathematischen Grundlagen der statistischen Lerntheorie und deren Anwendung in der Praxis zu verstehen. Sie besitzen die Fähigkeit, die Verallgemeinerungsfähigkeit von Lernalgorithmen zu analysieren und zu bewerten. Die Studierenden entwickeln einen soliden theoretischen Hintergrund zur eigenständigen Forschung und Anwendung in den Bereichen Mathematik und Data Science.</p>		

Literatur
1. Steinwart/Christman, „Support Vector Machines“, Springer, 2006 2. Györfi/Kohler/Krzyzak/Walk, „A distribution free theory of nonparametric regression“, Springer, 2002 3. Wainwright, “High-dimensional statistics”, Cambridge Series in Statistical and Probabilistic Mathematics

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Data Science PO 2	Methoden und Konzepte der Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN				
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>				
Das Modul "Mathematical Foundations of Data Science" besteht aus einer Vorlesung und einer Übung.				
<b>Anwesenheitspflicht</b>				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Mathematische Grundlagen Data Science				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
N.N. Dozent-Mathematik		4,0	Vorlesung/Übung	englisch

Data Science in Anwendungen - Engineering	
ECTS	15

<b>Modulname</b>	Ökologische Modellierung		
<b>Nummer</b>	1116130	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>	GEA-UA-13	<b>Sprache</b>	englisch deutsch
<b>Turnus</b>		<b>Lehreinheit</b>	
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	0 / 6,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Boris Schröder-Esselbach
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	60	<b>Selbststudium (h)</b>	120
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	Erstellung und Dokumentation von Rechnerprogrammen		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>			
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
[Verbreitungs- und Populationsmodelle (VÜ)] Herangehensweise und Methodik der ökologischen Modellierung Theoretische Grundlagen für die angeleitete Erstellung ökologischer Modelle in der Übung Anwendungsbeispiele von Modellen in der Ökologie und Naturschutzbiologie Ansätze für Verbreitungsmodelle aus Statistik und Machine Learning (parametrische, semi-parametrische und nicht-parametrische Verfahren) Individuenbasierte Modellierung Erstellung von Verbreitungsmodellen in R (o. vergleichbarer Software) Erstellung von individuenbasierten Populationsmodellen mit NetLogo (o. vergleichbarer Software)			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Die Studierenden kennen die zentralen Methoden der Verbreitungsmodellierung aus den Bereichen Statistik und machine learning. Sie kennen zudem die wichtigsten Ansätze zur Erstellung von Populationsmodellen. Sie können beide Modellierungsmethoden zur Bearbeitung von geoökologischen und naturschutzbiologischen Fragestellungen verwenden und kennen die Vor- und Nachteile dieser Ansätze. Sie können Daten und Modelle visualisieren und interpretieren sowie zugrundeliegende Annahmen überprüfen und Parametersensitivitäten abschätzen.			
<b>Literatur</b>			
Franklin J 2010: Mapping Species Distributions - Spatial Inference and Prediction.  Railsback SF, Grimm V 2011: Agent-based and individual-based modeling: A practical introduction.  Weitere Literatur wird online zur Verfügung gestellt.			

<b>Zugeordnet zu folgenden Studiengängen</b>				
<b>Studiengang/Studiengangsversion</b>	<b>Bereich</b>	<b>Pflichtform</b>	<b>Sem. Auswahl</b>	<b>ECTS</b>
Master Data Science PO 2	Data Science in Anwendungen - Engineering			



<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>				
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>				
Im Kurs werden R (statistische Software) und NetLogo genutzt. Vorkenntnisse im Programmieren (bevorzugt R) werden vorausgesetzt. NetLogo wird neu eingeführt (keine Vorkenntnisse erforderlich).				
<b>Anwesenheitspflicht</b>				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Verbreitungs- und Populationsmodelle				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Anett Schibalski Boris Schröder-Esselbach		4,0	Vorlesung/Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Fundamentals of Turbulence Modeling		
<b>Nummer</b>	2512380	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>	MB-ISM-38	<b>Sprache</b>	englisch
<b>Turnus</b>	nur im Sommersemester	<b>Lehreinheit</b>	Fakultät für Maschinenbau
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	3 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	David Rival
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	150		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Vorlesung "Grundlagen der Strömungsmechanik"		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	1 Prüfungsleistung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min bis 45 min)		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>			
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Numerische Simulationen von Fluidströmungen</li> <li>• Überblick numerische Ansätze für Turbulenzsimulationen (RANS, ..., LES, DNS)</li> <li>• RANS: Turbulenz Modellierung</li> <li>• LES: teilweise aufgelöste Skalen (Filterung, Modellierung nicht aufgelöster Skalen, Rand- und Anfangsbedingungen, Anforderungen an numerische Schemata und Auflösung)</li> <li>• Hybrid RANS-LES</li> <li>• Anwendungen Skalenauflösende Simulationen</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Die Studierenden erwerben die Konzepte und Grundlagen der ingenieurwissenschaftlichen Turbulenzmodellierung. Die Studierenden lernen die zugrunde liegende Physik, die Annahmen und die Anwendung verschiedener Turbulenzmodelle kennen. Sie kennen die Annahmen, die zugrunde liegenden Gleichungen und die numerischen Algorithmen der einzelnen Methoden. Die Studierenden sind in der Lage, die Ergebnisse von Simulationen mit Skalenauflösung kritisch zu erklären und zu bewerten. Am Ende des Kurses sind die Studierenden in der Lage, Konzepte aus der Turbulenzmodellierung für die Lösung von Problemen im Bereich der Ingenieurwissenschaften anzuwenden.			
<b>Literatur</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Turbulence Modeling for CFD, Third edition, by David C. Wilcox</li> <li>2. Large Eddy Simulation for Incompressible Flows: An Introduction, P. Sagaut, 2005</li> <li>3. Computational Techniques for Fluid Dynamics, Volume I, Springer, 1997, C.A.J. Fletcher</li> </ol>			

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Data Science PO 2	Data Science in Anwendungen - Engineering			



<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>				
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Anwesenheitspflicht</b>				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Fundamentals of Turbulence Modeling				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
David Rival		3,0	Vorlesung/Übung	englisch

<b>Modulname</b>	Grundlagen des Küsteningenieurwesens		
<b>Nummer</b>	4398090	<b>Modulversion</b>	V1
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Turnus</b>	nur im Wintersemester	<b>Lehreinheit</b>	
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	0 / 6,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Nils Goseberg
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	70	<b>Selbststudium (h)</b>	110
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	Klausur (90 Min.)		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	Hausarbeit		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<p>-Einführung in das Küsteningenieurwesen (soziologische und ökologische Bedeutung des Küstenraumes, Aufgaben und Zukunft des Küsteningenieurs)</p> <p>-Lineare und nichtlineare Wellentheorien, einschl. Gültigkeits- und Anwendungsbereichen; Wellentransformation im Flachwasser (Shoaling, Refraktion, Brechen) und in Wechselwirkung mit Hindernissen (Reflexion, Diffraktion) Entstehungsmechanismen des Seegangs, einschl. Verfahren zu dessen Parametrisierung und Vorhersage</p> <p>-Entstehung und Vorhersage von Gezeiten in Küstenbereich und Ästuaren, einschl. deren Sonderformen, Bedeutung und Nutzen; Entstehung und Vorhersage von Sturmflut und Bemessungswasserständen.</p> <p>-Einblick in den aktuellen Forschungsstand in vielfältigen Bereichen des Küsteningenieurwesens</p>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<p>Nach Abschluss des Moduls besitzen die Studierenden ein breites und solides Grundlagenwissen über die Mechanik der Wasserwellen und die hydrodynamischen Prozesse im Küstenraum, das sie in die Lage versetzt, die Belastungs-, Erosions- und Transportgrößen für die benötigten konstruktiven und funktionellen Planungen von Ingenieurmaßnahmen zu berechnen.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, mit der linearen und nichtlinearen Theorie der Wasserwellen die gesamten welleninduzierten Strömungsgrößen zu berechnen und die damit verbundenen Einwirkungen auf Sedimente, Bauwerke und andere Hindernisse einzuschätzen. Durch die vermittelten Berechnungsgrundlagen zur Wellentransformation können die Studierenden die Auswirkungen der Sohle im flachen Wasser (Shoaling, Refraktion, Wellenbrechen) sowie von Bauwerken und anderen Hindernissen (Reflexion, Diffraktion) auf die Parameter (Höhe, Länge, Richtung) der Wellen und deren Stabilität (Breckkriterium) am vorgegebenen Planungsort berechnen.</p> <p>Anhand der erlernten Grundlagen zur Entstehung, Parametrisierung, mathematisch/statistischen Beschreibung und Vorhersage des Seegangs sind die Studierenden in der Lage, die Bemessungswellen für die funktionelle und konstruktive Planung zu bestimmen. Die Bemessungswasserstände können sie auf der Grundlage der erlangten Kenntnisse zur Entstehung und Vorhersage von Gezeiten an offenen Küsten und in Ästuaren sowie von Sturmfluten an den deutschen Nord- und Ostseeküsten festlegen.</p> <p>Im Seminar werden die Studierenden in die Lage versetzt, wissenschaftlich zu recherchieren und Forschungsergebnisse aus aktuellen Publikationen angemessen darzustellen.</p>			
<b>Literatur</b>			

unter anderem / amongst others:

- Detailed Presentation Slides of the Lecture, Exercises, Solutions (PDF)
- Teaching Platform with educational videos, interactive diagrams, screencasts and lab videos (coastal.lwi.tu-bs.de)
- Task Library of the Institute
- EAK (2003): Empfehlungen für Küstenschutzwerke. Die Küste, Heft 65, Heide i. Holstein.
- Oumeraci, H. (2001): Küsteningenieurwesen. Kapitel 12 in: Lecher, K. et al.: Taschenbuch der Wasserwirtschaft, Berlin.
- CEM (2008): Coastal Engineering Manual. Washington, D.C: U.S. Army Corps of Engineers, Online-Ressource.
- Dean, Robert G.; Dalrymple, Robert A. (1991): Water wave mechanics for engineers and scientists. Advanced Series on Ocean Engineering, Singapore: World Scientific.
- Goda, Yoshimi (2010): Reanalysis of regular and random breaking wave statistics. Coastal Engineering Journal, vol. 52, no.1, JSCE.

**Hinweise**

Im dem Modul zugehörigen Seminar mit dem Thema Data Science & Coastal Engineering wird eine Einführung in die Nutzung von Python als universelles Werkzeug zur Auswertung und Darstellung von Daten gegeben; dabei werden von den Studierenden Daten und Methoden aus der Vorlesung implementiert bzw. ausgewertet. Die erfolgreiche Bearbeitung und Abgabe von Code-Implementierungen wird als Studienleistung anerkannt.

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Data Science PO 2	Data Science in Anwendungen - Engineering			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN				
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Anwesenheitspflicht</b>				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Seminar in Coastal Engineering				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Benedikt Bratz Nils Goseberg		1,0	Seminar	englisch
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Grundlagen des Küsteningenieurwesens				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
		4,0	Vorlesung/Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Introduction to Finite Element Methods		
<b>Nummer</b>	4398470	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>	BAU-STD5-4	<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Turnus</b>		<b>Lehreinheit</b>	Fakultät Architektur, Bauingenieurwesen und Umweltwissenschaften
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	0 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>		<b>Selbststudium (h)</b>	
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>			
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>			
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<b>Literatur</b>			

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Data Science PO 2	Data Science in Anwendungen - Engineering			

↑

<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>
<b>Anwesenheitspflicht</b>

<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Introduction to Finite Element Methods				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
N.N. Dozent-Bauingenieurwesen Ursula Kowalsky		2,0	Übung	englisch

<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Introduction to Finite Element Methods				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
N.N. Dozent-Bauingenieurwesen Ursula Kowalsky		2,0	Vorlesung	englisch

<b>Modulname</b>	Deep Learning in Remote Sensing		
<b>Nummer</b>	4398860	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	englisch
<b>Turnus</b>	nur im Sommersemester	<b>Lehreinheit</b>	
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	Institut für Geodäsie und Photogrammetrie
<b>SWS / ECTS</b>	4 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Markus Gerke
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	150 h		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	56	<b>Selbststudium (h)</b>	94
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Die Studierenden sollen im Wintersemester zunächst "Maschinelles Lernen" oder einen ähnlichen Kurs wie "Mustererkennung" und im Sommersemester "Deep Learning in Remote Sensing" belegen.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	Portfolio		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>			
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<p>In diesem Modul werden die Studierenden in die Konzepte des Deep Learning eingeführt, um Fernerkundungsdaten zu verarbeiten. Fernerkundung ist die Wissenschaft, die geometrische und semantische Informationen über Objekte an oder nahe der Erdoberfläche mit Hilfe von Sensoren auf Satelliten oder anderen luftgestützten Plattformen liefert. Neben den Grundlagen der Fernerkundung werden einige Anwendungen wie die Objekterkennung und -klassifikation insbesondere auf Bildern und auch Regressionsverfahren bei Fernerkundungsbeobachtungen behandelt. Im Zusammenhang mit der Bildanalyse wird eine Einführung in die digitale Bildverarbeitung gegeben, die sich mit der Anwendung von Filtern auf die Bilder befasst, um die Informationen zu extrahieren, die beim Maschinellen Lernen und bei Algorithmen des Deep Learning verwendet werden könnten. Jede der Vorlesungen in diesem Modul wird durch praktische Teile ergänzt, um die Studenten in die Lage zu versetzen, Fernerkundungsdatensätze aus der realen Welt effizient zu verarbeiten. Nach Abschluss des Moduls kennen und verstehen die Studierenden die wichtigsten Konzepte des Deep Learning für die Bildanalyse. Darüber hinaus ist ein Studierender in der Lage, eine Auswahl von Algorithmen zu implementieren und das jeweilige Ergebnis zu bewerten.</p>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls besitzen die Studierenden die Fähigkeit, die Grundprinzipien und Anwendungen des Deep Learning und können sie sowohl auf die Fernerkundung als auch auf ähnliche Probleme anwenden.			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems, Aurélien Géron, 2019.</li> <li>• Pattern Recognition and Machine Learning, Bishop, C. M. 2006</li> <li>• Machine Learning with PyTorch and Scikit-Learn, Sebastian Raschka, Yuxi (Hayden) Liu, Vahid Mirjalili, 2022</li> <li>• Deep Learning, Goodfellow, Y. Bengio, and A. Courville, MIT Press, 2016</li> <li>• Deep Learning for Remote Sensing Images with Open Source Software, Rémi Cresson, CRC Press, 2020.</li> </ul>			

<b>Zugeordnet zu folgenden Studiengängen</b>				
<b>Studiengang/Studiengangsversion</b>	<b>Bereich</b>	<b>Pflichtform</b>	<b>Sem. Auswahl</b>	<b>ECTS</b>
Master Data Science PO 2	Data Science in Anwendungen - Bild- und Signalverarbeitung			
Master Data Science PO 2	Data Science in Anwendungen - Engineering			

↑

<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>
Die Studierenden sollen im Wintersemester zunächst "Maschinelles Lernen" oder einen ähnlichen Kurs wie " Mustererkennung" und im Sommersemester "Deep Learning in Remote Sensing" belegen.
<b>Anwesenheitspflicht</b>

<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Deep Learning in Remote Sensing				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Markus Gerke Mehdi Maboudi		2,0	Vorlesung	englisch

<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Deep Learning in Remote Sensing				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Markus Gerke Mehdi Maboudi		2,0	Übung	englisch

<b>Modulname</b>	Machine Learning		
<b>Nummer</b>	4398870	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	englisch
<b>Turnus</b>	nur im Wintersemester	<b>Lehreinheit</b>	
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	Institut für Geodäsie und Photogrammetrie
<b>SWS / ECTS</b>	4 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Markus Gerke
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	150 h		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	56	<b>Selbststudium (h)</b>	94
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	Portfolio		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>			
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<p>Dieses Modul führt in die grundlegenden Methoden des maschinellen Lernens ein, einschließlich - aber nicht beschränkt auf - Klassifikation, Regressionsanalyse, Clustering und Dimensionalitätsreduktion. Dieser Kurs richtet sich an BSc. und MSc. Studenten verschiedener Fachrichtungen, die Algorithmen des maschinellen Lernens in ihrem Bereich einsetzen. Die Studierenden lernen die grundlegenden Konzepte des maschinellen Lernens kennen und wenden die erlernten Konzepte mit Hilfe von Open-Source-Bibliotheken aus dem Python-Programmier-Ökosystem auf praktische Probleme an. Der Kurs befasst sich auch kurz mit neuronalen Netzen und wird mit einer kurzen Einführung in Deep Learning abgeschlossen. Der Unterricht zu theoretischen Aspekten wird durch praktische Laborübungen ergänzt. In diesem Kurs konzentrieren wir uns nicht auf eine bestimmte Art von Daten, sondern es werden verschiedene Datensätze für die praktischen Beispiele verwendet.</p>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<p>Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls besitzen die Studierenden die Fähigkeit, die Grundprinzipien und Anwendungen des Machineless Lernen und können sie sowohl auf die Fernerkundung als auch auf praktische Anwendungsbeispiele anzuwenden.</p>			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems, Aurélien Géron, 2019.</li> <li>• Pattern Recognition and Machine Learning, Bishop, C. M. 2006</li> <li>• Machine Learning with PyTorch and Scikit-Learn, Sebastian Raschka, Yuxi (Hayden) Liu, Vahid Mirjalili, 2022</li> </ul> <p>Further information and material will be provided during the course.</p>			

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Data Science PO 2	Data Science in Anwendungen - Bild- und Signalverarbeitung			
Master Data Science PO 2	Data Science in Anwendungen - Engineering			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN				
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen				
Anwesenheitspflicht				
Titel der Veranstaltung				
Machine Learning				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Markus Gerke Mehdi Maboudi			Vorlesung	englisch
Literaturhinweise				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems, Aurélien Géron, 2019.</li> <li>• Pattern Recognition and Machine Learning, Bishop, C. M. 2006</li> <li>• Machine Learning with PyTorch and Scikit-Learn, Sebastian Raschka, Yuxi (Hayden) Liu, Vahid Mirjalili, 2022</li> </ul> Further information and material will be provided during the course.				
Titel der Veranstaltung				
Machine Learning Lab				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Markus Gerke Mehdi Maboudi		2,0	Übung	englisch

<b>Modulname</b>	Datengetriebene Material Modellierung		
<b>Nummer</b>	4398690	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>	BAU-STD5-69	<b>Sprache</b>	englisch
<b>Turnus</b>		<b>Lehreinheit</b>	
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	Institut für Angewandte Mechanik
<b>SWS / ECTS</b>	4 / 6,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Henning Wessels
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	56	<b>Selbststudium (h)</b>	124
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	written exam (90 minutes) or oral exam (30 minutes).		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	Term paper		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
Digital twin concept, principles of continuum mechanics, function regression, finite elements, neural networks, optimization algorithms, data-driven material modeling			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Students are able to develop material models with machine learning methods and to implement such models into a simulation environment. They are aware of the importance of thermodynamics for material modeling. Moreover, students will be able to evaluate whether the use of data-driven methods is appropriate for a given model problem.			
<b>Literatur</b>			

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Data Science PO 2	Data Science in Anwendungen - Engineering			

↑

<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>
<b>Anwesenheitspflicht</b>

<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Data-Driven Material Modeling				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Henning Wessels		4,0	Vorlesung/Übung	englisch

<b>Modulname</b>	Experimental Fluid Dynamics		
<b>Nummer</b>	2512000030	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	englisch
<b>Turnus</b>	nur im Sommersemester	<b>Lehreinheit</b>	Fakultät für Maschinenbau
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	3 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	David Rival
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	150		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	60	<b>Selbststudium (h)</b>	90
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnisse aus dem Bachelor-Studium bezüglich Strömungsmechanik, Physik und Elektrotechnik</li> <li>• Vertiefte Kenntnisse der Strömungsmechanik und der Aerodynamik der Flugzeuge</li> </ul>		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	1 Prüfungsleistung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min)		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>			
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
Theorie und Experiment, Messunsicherheiten, Verfahren zur Visualisierung von Strömungen (Rauchlinien, Anstrichbilder, Laserlichtschnittverfahren etc.), Druckmessverfahren, Kraftmessung, Hitzdrahttechnik, Grundlagen der Optik, Particle Image Velocimetry (PIV) und deren Erweiterungen, Schlierenverfahren, Thermographie, Pressure Sensitive Paint(PSP), Partikelmesstechnik			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Die Studierenden sind in der Lage, mechanische, elektrische und optische Messmethoden zur Bestimmung von strömungsmechanischen Größen wie Druck, Dichte, Geschwindigkeit, Temperatur und Wandschubspannung zu erklären. Neben dem Funktionsprinzip und der Genauigkeit der einzelnen Messverfahren können die Studierenden auch deren Möglichkeiten und Grenzen bewerten und Methoden benutzen, diese zu erweitern und zu verbessern. Die Studierenden sind in der Lage, ausgewählte Messtechniken in der begleitenden Laborveranstaltung praktisch anzuwenden.			
<b>Literatur</b>			
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. H. Eckelmann: Einführung in die Strömungsmesstechnik, Teubner, 1997</li> <li>2. W. Nitsche: Strömungsmesstechnik, Springer, 2005</li> <li>3. C. Tropea, A. L. Yarin, J. F. Foss: Springer Handbook of Experimental Fluid Mechanics, Springer Verlag, 2007</li> <li>4. H. Oertel sen., H.Oertel jun.: Optische Strömungsmesstechnik, G. Braun Verlag, Karlsruhe 1989</li> <li>5. M. Raffel, C. Willert, J. Kompenhans: Particle Image Velocimetry, Springer Verlag, 1997</li> <li>6. W. Merzkirch: Flow Visualization, Acad. Press Inc., 1987</li> <li>7. Folienskript #Measurement methods in fluid mechanics#</li> </ol>			

<b>Zugeordnet zu folgenden Studiengängen</b>				
<b>Studiengang/Studiengangsversion</b>	<b>Bereich</b>	<b>Pflichtform</b>	<b>Sem. Auswahl</b>	<b>ECTS</b>
Master Data Science PO 2	Data Science in Anwendungen - Engineering			



<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>				
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Anwesenheitspflicht</b>				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Experimental Fluid Dynamics				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
André Bauknecht		2,0	Vorlesung	englisch
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Laboratory Experimental Fluid Dynamics				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
André Bauknecht		1,0	Labor	englisch

Data Science in Anwendungen - Bild- und Signalverarbeitung	
ECTS	15

<b>Modulname</b>	Mathematische Bildverarbeitung		
<b>Nummer</b>	1294300	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	MAT-STD7-3	<b>Sprache</b>	englisch deutsch
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten) oder mündlichen Prüfung (25-35 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interpolation und Abtasten, Histogramme</li> <li>- Lineare und Morphologische Filter</li> </ul> <p>Eine Auswahl aus den Themen: Frequenzmethoden, Abtasttheorem, Anwendungen von partielle Differentialgleichungen oder Variationsmethoden.</p>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung</li> <li>- verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden</li> <li>- können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- kennen und verstehen die Charakterisierung der Qualität eines Bildes durch mathematische Größen</li> <li>- kennen und verstehen die wichtigsten Grundaufgaben der Bildverarbeitung und verschiedene Methoden zu deren Lösung</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aubert, Kornprobst, Mathematical Problems in Image Processing, Springer, 2006</li> <li>- Bredies, Lorenz, Mathematische Bildverarbeitung, Vieweg, 2011</li> <li>- Bernd Jähne, Digitale Bildverarbeitung, Springer 2005</li> <li>- Gilles Aubert und Pierre Kornprobst, Mathematical Problems in Image Processing, Springer 2006</li> </ul>			

- Tony F. Chan und Jianghong Shen, Image Processing and Analysis: Variational, PDE, Wavelet and Stochastic Methods, SIAM, 2005

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Data Science PO 2	Data Science in Anwendungen - Bild- und Signalverarbeitung			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN				
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen				
Anwesenheitspflicht				
Titel der Veranstaltung				
Mathematische Bildverarbeitung				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
		4,0	Vorlesung/Übung	englisch
Literaturhinweise				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aubert, Kornprobst, Mathematical Problems in Image Processing, Springer, 2006</li> <li>• Bredies, Lorenz, Mathematische Bildverarbeitung, Vieweg, 2011</li> <li>• Bernd Jähne, Digitale Bildverarbeitung, Springer 2005</li> <li>• Gilles Aubert und Pierre Kornprobst, Mathematical Problems in Image Processing, Springer 2006</li> <li>• Tony F. Chan und Jianghong Shen, Image Processing and Analysis: Variational, PDE, Wavelet and Stochastic Methods, SIAM, 2005</li> </ul>				
Titel der Veranstaltung				
Mathematische Bildverarbeitung				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Dirk Lorenz		2,0	Übung	englisch

<b>Modulname</b>	Deep Learning for imaging in nano and quantum science		
<b>Nummer</b>	1520500	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>	PHY-AP-50	<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Turnus</b>	nur im Wintersemester	<b>Lehrinheit</b>	Fakultät für Elektrotechnik, Informationstechnik, Physik
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	3 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Uwe Rossow
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	0		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	35	<b>Selbststudium (h)</b>	115
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	Project with presentation		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>			
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
- Advanced Python programming - Methods for obtaining images in nano and quantum science - Application of Deep Learning methods			
<b>Qualifikationsziel</b>			
- Students are confident with imaging techniques in nano and quantum science. They can, in applying two special experimental methods i. e. transmission electron microscopy (TEM) and scanning probe methods (SPM), take pictures and basically understand how properties about the investigated system can be derived. - The students can apply methods of Data Science using Python to problems in experimental physics. - They know how to transform images or convert it into other data formats using libraries in Python. - The students understand how Deep Learning can be used to evaluate images obtained by TEM and SPM methods. They are capable to apply artificial neural networks to a (limited) set of images. - They are capable to test and debug such Python programs.			
<b>Literatur</b>			

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Data Science PO 2	Data Science in Anwendungen - Bild- und Signalverarbeitung			

↑

<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>				
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Anwesenheitspflicht</b>				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Deep Learning for imaging in nano and quantum science				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Markus Etzkorn Andreas Hangleiter Uwe Rossow Uta Schlickum		3,0	Vorlesung	englisch
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Deep Learning for imaging in nano and quantum science				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Uwe Rossow		1,0	Übung	englisch

<b>Modulname</b>	Netzwerk-Informationstheorie		
<b>Nummer</b>	2424650	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>	ET-NT-65	<b>Sprache</b>	englisch
<b>Turnus</b>	nur im Sommersemester	<b>Lehreinheit</b>	Fakultät für Elektrotechnik, Informationstechnik, Physik
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	4 / 6,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Eduard Jorswieck
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	180		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	56	<b>Selbststudium (h)</b>	124
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	Klausur 90 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>			
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<p>Wiederholung Punkt-zu-Punkt Kanalkapazität und Codierungstheorem</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stark-typische Sequenzen und deren Eigenschaften</li> <li>• Vielfachzugriffskanal: Kapazitätsregion und Vergleich mit TDMA/FDMA/SDMA/NOMA</li> <li>• #Broadcastkanal: degradiertes BC Kapazitätsregion, nicht-degradiertes BC erreichbare Ratenregion und Rückrichtung</li> <li>• #Interferenzkanal: sehr starke, starke und schwache Interferenz Kapazitätsregion, mittlere Interferenz erreichbare Ratenregion und Rückrichtung</li> <li>• Relaiskanal: erreichbare Verfahren Amplify-and-Forward, Decode-and-Forward, Compress-and-Forward, Estimate-and-Forward Verallgemeinerung und Anwendung der Elemente auf komplexe Netzwerke</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<p>Die Studierenden kennen die Bausteine komplexer Kommunikationsnetzwerke, d. h. den Mehrfachzugriffskanal, den Broadcastkanal, den Relaiskanal und den Interferenzkanal, deren erreichbare Raten- oder Kapazitätsregionen sowie zugehörige Codierungs- und Decodierungsverfahren. Sie erwerben das Wissen zum Systementwurf von zukünftigen Mobilfunk- und Multihop-Systemen sowie Ad-hoc-Netzwerken. Sie verfügen über informationstheoretische und mathematische Werkzeuge zum Beweisen von Codierungstheoremen. Die Studenten kennen sowohl den Stand der Technik als auch die offenen Probleme der Netzwerk-Informationstheorie.</p>			
<b>Literatur</b>			
<p>A. El Gamal and Y.-H. Kim: Network Information Theory, Cambridge University Press, 2011.  D. Tse and P. Viswanath: Fundamentals of Wireless Communications, Cambridge University Press, 2007.  T. M. Cover and J. A. Thomas: Elements of Information Theory, 2nd ed., New York: Wiley-Interscience, Juli 2006.  S. Boyd and L. Vandenberghe: Convex Optimization, Cambridge University Press, 2004.  R. W. Yeung: Information Theory and Network Coding, Part I, Springer, 2008.</p>			

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Data Science PO 2	Data Science in Anwendungen - Bild- und Signalverarbeitung			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN				
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen				
Anwesenheitspflicht				
Titel der Veranstaltung				
Netzwerk-Informationstheorie				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Pin-Hsun Lin	Christian Deppe	2,0	Vorlesung	englisch
Literaturhinweise				
A. El Gamal and Y.-H. Kim: Network Information Theory, Cambridge University Press, 2011 D. Tse and P. Viswanath: Fundamentals of Wireless Communications, Cambridge University Press, 2007 T. M. Cover and J. A. Thomas: Elements of Information Theory, 2nd ed., New York: Wiley-Interscience, Juli 2006 S. Boyd and L. Vandenberghe: Convex Optimization, Cambridge University Press, 2004 R. W. Yeung: Information Theory and Network Coding, Part I, Springer, 2008				
Titel der Veranstaltung				
Netzwerk-Informationstheorie				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Pin-Hsun Lin	Christian Deppe	2,0	Übung	englisch
Literaturhinweise				
- A. El Gamal and Y.-H. Kim: Network Information Theory, Cambridge University Press, 2011. - D. Tse and P. Viswanath: Fundamentals of Wireless Communications, Cambridge University Press, 2007. - T. M. Cover and J. A. Thomas: Elements of Information Theory, 2nd ed., New York: Wiley-Interscience, Juli 2006. - S. Boyd and L. Vandenberghe: Convex Optimization, Cambridge University Press, 2004. - R. W. Yeung: Information Theory and Network Coding, Part I, Springer, 2008.				

<b>Modulname</b>	Sprachdialogsysteme (Spoken Language Processing)		
<b>Nummer</b>	2424680	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>	ET-NT-68	<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Turnus</b>	nur im Wintersemester	<b>Lehreinheit</b>	Fakultät für Elektrotechnik, Informationstechnik, Physik
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	4 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Tim Fingscheidt
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	150		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	56	<b>Selbststudium (h)</b>	94
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	Mündliche Prüfung 30 Minuten oder Klausur 90 Minuten (nach Teilnehmerzahl)		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>			
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen der Sprachentstehung und Sprachwahrnehmung</li> <li>- Merkmalsextraktion</li> <li>- Hidden-Markoff-Modelle</li> <li>- Akustische Modelle und Sprachmodelle</li> <li>- Automatische Spracherkennung</li> <li>- Sprachdialogsysteme</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, Zeitreihen (am Beispiel von Sprachsignalen) mittels Hidden-Markoff-Modellierung zu klassifizieren. Die Studierenden erlangen alle notwendigen Kenntnisse, um Methoden und Algorithmen zur automatischen Spracherkennung für Probleme der Praxis geeignet auszuwählen, zu entwerfen und zu bewerten.			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vorlesungsfolien</li> <li>- X. Huang, A. Acero, H.-W. Hon: Spoken Language Processing, Prentice Hall, 2001</li> <li>- B. Pfister, T. Kaufmann: Sprachverarbeitung, Springer, 2008</li> <li>- A. Wendemuth: Grundlagen der Stochastischen Sprachverarbeitung, Oldenbourg, 2004</li> <li>- E. G. Schukat-Talamazzini: Automatische Spracherkennung, Vieweg, 1995</li> <li>- G. A. Fink: Mustererkennung mit Markov-Modellen, Teubner, 2003</li> <li>- L. Rabiner, B.-H. Juang: Fundamentals of Speech Recognition, Prentice Hall, 1993</li> <li>- K. Fukunaga: Statistical Pattern Recognition, Academic Press, 1990</li> </ul>			
<b>Hinweise</b>			
Dieses Modul aus dem Masterprogramm ist auch für Bachelor geeignet. Grundkenntnisse der digitalen Signalverarbeitung, wie sie z. B. im Modul #Grundlagen der Signalverarbeitung# erworben werden, erleichtern das Verständnis der Vorlesung.			

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Data Science PO 2	Data Science in Anwendungen - Bild- und Signalverarbeitung			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN				
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen				
Anwesenheitspflicht				
Titel der Veranstaltung				
Sprachdialogsysteme (Spoken Language Processing)				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Tim Fingscheidt Timo Lohrenz		2,0	Vorlesung	englisch
Literaturhinweise				
- Vorlesungsfolien - X. Huang, A. Acero, H.-W. Hon: Spoken Language Processing, Prentice Hall, 2001 - B. Pfister, T. Kaufmann: Sprachverarbeitung, Springer, 2008 - A. Wendemuth: Grundlagen der Stochastischen Sprachverarbeitung, Oldenbourg, 2004 - E.G. Schukat-Talamazzini: Automatische Spracherkennung, Vieweg, 1995 - G.A. Fink: Mustererkennung mit Markov-Modellen, Teubner, 2003 - L. Rabiner, B.-H. Juang: Fundamentals of Speech Recognition, Prentice Hall, 1993 - K. Fukunaga: Statistical Pattern Recognition, Academic Press, 1990				
Titel der Veranstaltung				
Sprachdialogsysteme (Spoken Language Processing) (2013)				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Tim Fingscheidt Timo Lohrenz		2,0	Seminar	englisch
Literaturhinweise				
- Vorlesungsfolien - X. Huang, A. Acero, H.-W. Hon: Spoken Language Processing, Prentice Hall, 2001 - B. Pfister, T. Kaufmann: Sprachverarbeitung, Springer, 2008 - A. Wendemuth: Grundlagen der Stochastischen Sprachverarbeitung, Oldenbourg, 2004 - E.G. Schukat-Talamazzini: Automatische Spracherkennung, Vieweg, 1995 - G.A. Fink: Mustererkennung mit Markov-Modellen, Teubner, 2003 - L. Rabiner, B.-H. Juang: Fundamentals of Speech Recognition, Prentice Hall, 1993 - K. Fukunaga: Statistical Pattern Recognition, Academic Press, 1990				

<b>Modulname</b>	Grundlagen der Digitalen Signalverarbeitung		
<b>Nummer</b>	2424760	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>	ET-NT-76	<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Turnus</b>	in jedem Semester	<b>Lehreinheit</b>	Fakultät für Elektrotechnik, Informationstechnik, Physik
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	3 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Tim Fingscheidt
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	150		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	(DE)Prüfungsleistung: Klausur 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten(EN)Examination: Written exam, 120 minutes or oral examination 30 minutes		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>			
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
(DE) # Zeitdiskrete Signale und Systeme # Fourier-Transformation für zeitdiskrete Signale und Systeme # Die z-Transformation # Entwurf von rekursiven IIR-Filtern # Entwurf von nichtrekursiven FIR-Filtern # Die diskrete Fourier-Transformation (DFT) und die schnelle Fourier-Transformation (FFT) # Multiratensysteme (EN) # Discrete-time signals and systems # Fourier transforms # Z-transforms and applications # Discrete-time IIR filter design # Discrete-time FIR filter design # Discrete Fourier Transform (DFT) and Fast Fourier Transform (FFT) # Basics of multi-rate processing and filter banks			
<b>Qualifikationsziel</b>			
(DE) Nach Abschluss dieses Moduls verstehen die Studierenden die grundlegenden Werkzeuge der Digitalen Signalverarbeitung im Zeit- und Frequenzbereich und können sie auf entsprechende Problemstellungen anwenden. Die Studierenden kennen die Rolle verschiedener Transformationen, wie die diskrete Fourier-Transformation und die z-Transformation, und können diese anwenden, um zeitdiskrete Systeme zu analysieren. Sie erwerben das Wissen zu Verfahren für den Entwurf von rekursiven IIR- und nicht-rekursiven FIR-Filtern und können zielgerichtet für eine Aufgabenstellung die richtige Entwurfsmethode auswählen. (EN) After completing this module, students will understand the basic tools of Digital Signal Processing in the time domain and frequency domain and can apply these tools to corresponding problems. Students are familiar with and understand the role of various transformations, such as the discrete Fourier transform and the z-transform, and can apply them to analyze discrete-time systems. They will obtain the knowledge of methods for the design of recursive IIR and non-recursive FIR filters, and are capable of selecting the appropriate design method for a given problem.			
<b>Literatur</b>			
- Vorlesungsfolien - A.V. Oppenheim, R.W. Schafer, J.R. Buck: "Zeitdiskrete Signalverarbeitung", Pearson Verlag, 2004 - K.D. Kammeyer, K. Kroschel: "Digitale Signalverarbeitung", Teubner Verlag, 2002 - A.V. Oppenheim, R.W. Schafer, J.R. Buck: "Discrete Time Signal Processing", Prentice-Hall, 2004 - H.-W. Schüßler: "Digitale Signalverarbeitung 1", Springer Verlag, 1994			
<b>Hinweise</b>			
Deutsch			

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Data Science PO 2	Data Science in Anwendungen - Bild- und Signalverarbeitung			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>
<b>Anwesenheitspflicht</b>

Titel der Veranstaltung				
Digitale Signalverarbeitung				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Tim Fingscheidt Julian Miguel Kabus Marvin Sach Jan-Aike Termöhlen		2,0	Vorlesung	deutsch
Literaturhinweise				
A.V.Oppenheim, R.W.Schafer, J.R.Buck: Zeitdiskrete Signalverarbeitung, Pearson Studium, 2004 K.D.Kammeyer, K.Kroschel: Digitale Signalverarbeitung, Teubner Verlag, 2002 A.V.Oppenheim, R.W.Schafer, J.R.Buck: Discrete Time Signal Processing, Prentice Hall, 2004 H.-W.Schüßler: Digitale Signalverarbeitung, Springer Verlag, 1994				

Titel der Veranstaltung				
Digitale Signalverarbeitung				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Tim Fingscheidt Jan-Aike Termöhlen		1,0	Übung	deutsch
Literaturhinweise				
siehe Vorlesung				

<b>Modulname</b>	Digitale Signalverarbeitung		
<b>Nummer</b>	2424770	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>	ET-NT-77	<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Turnus</b>	nur im Sommersemester	<b>Lehreinheit</b>	Fakultät für Elektrotechnik, Informationstechnik, Physik
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	5 / 8,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Tim Fingscheidt
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	240		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	70	<b>Selbststudium (h)</b>	170
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	(DE)Prüfungsleistung: Klausur 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten Studienleistung: Kolloquium oder Protokoll des Labors als Leistungsnachweis (EN) Examination: written exam 120 minutes or oral exam 30 minutes Course achievement: protocol to the laboratory experiments		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>			
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
(DE) # Zeitdiskrete Signale und Systeme # Fourier-Transformation für zeitdiskrete Signale und Systeme # Die z-Transformation # Entwurf von rekursiven IIR-Filtern # Entwurf von nichtrekursiven FIR-Filtern # Die diskrete Fourier-Transformation (DFT) und die schnelle Fourier-Transformation (FFT) # Multiratensysteme (EN) # Discrete-time signals and systems # Fourier transforms # Z-transforms and applications # Discrete-time IIR filter design # Discrete-time FIR filter design # Discrete Fourier Transform (DFT) and Fast Fourier Transform (FFT) # Basics of multi-rate processing and filter banks			
<b>Qualifikationsziel</b>			
(DE) Nach Abschluss dieses Moduls verstehen die Studierenden die grundlegenden Werkzeuge der Digitalen Signalverarbeitung im Zeit- und Frequenzbereich und können sie auf entsprechende Problemstellungen anwenden. Die Studierenden kennen die Rolle verschiedener Transformationen, wie die diskrete Fourier-Transformation und die z-Transformation, und können diese anwenden, um zeitdiskrete Systeme zu analysieren. Sie erwerben das Wissen zu Verfahren für den Entwurf von rekursiven IIR- und nicht-rekursiven FIR-Filtern und können zielgerichtet für eine Aufgabenstellung die richtige Entwurfsmethode auswählen. Im Rahmen der Rechnerübung und im zugehörigen Kolloquium wird das vermittelte Wissen von den Studierenden angewendet, zudem erwerben sie überfachliche Qualifikationen im Bezug auf Dokumentation, Gesprächsführung und Präsentationstechniken sowie die Teamarbeit im Labor oder Projekt. (EN) After completing this module, students will understand the basic tools of Digital Signal Processing in the time domain and frequency domain and can apply these tools to corresponding problems. Students are familiar with and understand the role of various transformations, such as the discrete Fourier transform and the z-transform, and can apply them to analyze discrete-time systems. They will obtain the knowledge of methods for the design of recursive IIR and non-recursive FIR filters, and are capable of selecting the appropriate design method for a given problem. As part of the computer exercise and the associated colloquium, students apply their knowledge. In addition, they obtain interdisciplinary skills with regard to documentation, interviewing and presentation techniques, as well as teamwork in the lab or project.			
<b>Literatur</b>			
- Vorlesungsfolien - A.V. Oppenheim, R.W. Schafer, J.R. Buck: "Zeitdiskrete Signalverarbeitung", Pearson Verlag, 2004 - K.D. Kammeyer, K. Kroschel: "Digitale Signalverarbeitung", Teubner Verlag, 2002 - A.V. Oppenheim, R.W.			

Schafer, J.R. Buck: "Discrete Time Signal Processing", Prentice-Hall, 2004 - H.-W. Schüßler: "Digitale Signalverarbeitung 1", Springer Verlag, 1994

**Hinweise**

Deutsch

**Zugeordnet zu folgenden Studiengängen**

Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Data Science PO 2	Data Science in Anwendungen - Bild- und Signalverarbeitung			

↑

**ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN**

**Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen**

**Anwesenheitspflicht**

**Titel der Veranstaltung**

Digitale Signalverarbeitung

Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Tim Fingscheidt Julian Miguel Kabus Marvin Sach Jan-Aike Termöhlen		2,0	Vorlesung	deutsch

**Literaturhinweise**

A.V.Oppenheim, R.W.Schafer, J.R.Buck: Zeitdiskrete Signalverarbeitung, Pearson Studium, 2004 K.D.Kammeyer, K.Kroschel: Digitale Signalverarbeitung, Teubner Verlag, 2002 A.V.Oppenheim, R.W.Schafer, J.R.Buck: Discrete Time Signal Processing, Prentice Hall, 2004 H.-W.Schüßler: Digitale Signalverarbeitung, Springer Verlag, 1994

**Titel der Veranstaltung**

Rechnerübung zur digitalen Signalverarbeitung

Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Tim Fingscheidt Julian Miguel Kabus Marvin Sach		2,0	Labor	deutsch

**Literaturhinweise**

siehe Vorlesung

<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Digitale Signalverarbeitung				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Tim Fingscheidt Jan-Aike Termöhlen		1,0	Übung	deutsch
<b>Literaturhinweise</b>				
siehe Vorlesung				

<b>Modulname</b>	Computer Vision und Machine Learning		
<b>Nummer</b>	4216330	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	INF-CG-33	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	nur im Sommersemester	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	0 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Martin Eisemann
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	150		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	56	<b>Selbststudium (h)</b>	94
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	1 Prüfungsleistung: Klausur, 90 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 Minuten oder Take-Home-Exam		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	1 Studienleistung: 50% der Übungsaufgaben müssen bestanden sein		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Feature Detektoren und Deskriptoren</li> <li>- Objekterkennung</li> <li>- Matting</li> <li>- Image Compositing und Editing</li> <li>- Dense Correspondences</li> <li>- Motion Capture</li> <li>- Kamerakalibrierung</li> <li>- Epipolar Geometrie</li> <li>- Stereo und Multi-View Rekonstruktion</li> <li>- Kameras und Scanner</li> <li>- Machine Learning für Computer Vision Probleme</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls besitzen die Studierenden ein grundlegendes Verständnis zur Entwicklung komplexer Computer Vision-Anwendungen. Sie sind in der Lage Probleme aus der Computer Vision zu durchdringen und geeignete Lösungen zu entwerfen und praktisch zu implementieren.			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Radke: Computer Vision for Multimedia, Cambridge University Press</li> <li>- Szeliski: Computer Vision - Algorithms and Applications, Springer Verlag</li> <li>- Goodfellow et al.: Deep Learning - Das umfassende Handbuch, mitp</li> </ul>			

<b>Zugeordnet zu folgenden Studiengängen</b>				
<b>Studiengang/Studiengangsversion</b>	<b>Bereich</b>	<b>Pflichtform</b>	<b>Sem. Auswahl</b>	<b>ECTS</b>
Master Data Science PO 2	Data Science in Anwendungen - Bild- und Signalverarbeitung			



<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>				
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Anwesenheitspflicht</b>				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Computer Vision und Machine Learning				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Martin Eisemann		4,0	Vorlesung/Übung	englisch
<b>Literaturhinweise</b>				
- Radke: Computer Vision for Multimedia, Cambridge University Press - Szeliski: Computer Vision - Algorithms and Applications, Springer Verlag - Goodfellow et al.: Deep Learning - Das umfassende Handbuch, mitp				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Computer Vision und Machine Learning				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Martin Eisemann		2,0	Übung	englisch

<b>Modulname</b>	Biomedizinische Signal- und Bildanalyse		
<b>Nummer</b>	4217760	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	INF-MI-76	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	nur im Wintersemester	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	0 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Thomas Deserno
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	150		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	56	<b>Selbststudium (h)</b>	94
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Kenntnisse des Bachelormoduls "Bild- und Signalerzeugung in der Biomedizin" werden empfohlen		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	1 Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder mündliche Prüfung (30 Minuten) oder experimentelle Arbeit oder Portfolio oder Take-Home-Exam		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>			
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
Anhand von Elektrokardiographie, Radiographie, Magnetresonanztomographie sowie optischen Bildgebungsverfahren werden die Methoden der biomedizinischen Bild- und Signalverarbeitung an konkreten Anwendungsbeispielen illustriert. Das vielfältige Methodenspektrum wird nach generellen Eigenschaften geordnet und die prinzipiellen Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Verfahrensansätze werden herausgearbeitet. Algorithmen und Prinzipien zur systematischen Evaluierung mit und ohne Referenzdaten (Ground Truth) werden besprochen.			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, digitale Bilder und Signale des menschlichen Körpers zu klassifizieren und zu vergleichen. Auch können sie lineare und nichtlineare Filter unterscheiden und vergleichen sowie EKG Signale analysieren und deren Komponenten bestimmen. Zudem sind sie befähigt, Biomedizinische Bilder zu segmentieren, zu klassifizieren und zu quantifizieren sowie modellbasierte Verfahren der Bildanalyse anzuwenden und zu beurteilen.			
<b>Literatur</b>			
- Lehmann, T.M., Oberschelp, W., Pelikan, E., Repges, R.(1997): Bildverarbeitung für die Medizin: Grundlagen, Modelle, Methoden, Anwendungen. Springer-Verlag, Berlin. ISBN-13: 978-3540614586.			
- Deserno, T.M.(Ed). (2011): Biomedical Image Processing. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. ISBN-13: 978-3642267307.			
- Handels, H.(2009):Medizinische Bildverarbeitung: Bildanalyse, Mustererkennung und Visualisierung für die computergestützte ärztliche Diagnostik und Therapie. 2. Auflage. Vieweg & Teubner Verlag. ISBN-13: 978-3835100770.			
- Süße, H., Rodner, E.(2014): Bildverarbeitung und Objekterkennung: Computer Vision in Industrie und Medizin. Springer Vieweg. ISBN-13: 978-3834826053.			
- Dougherty, G.(2009): Digital Image Processing for Medical Applications. Cambridge University Press. ISBN-13: 978-0521181938.			

- Burger, W., Burge, M.J. (2015): Digitale Bildverarbeitung: Eine algorithmische Einführung mit Java.3. Auflage. Springer-Vieweg. ISBN-13: 978-3-642-04604-9.
- Jähne, B.(2012): Digitale Bildverarbeitung und Bildgewinnung. 7. Auflage. Springer-Verlag Berlin. ISBN-13: 978-3642049514.
- Broeke, J., Mateos Perez, J.M., Pascau, J.(2015): Image Processing with ImageJ. 2. Edition. Packt Publishing. ISBN-13: 978-1785889837.

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Data Science PO 2	Data Science in Anwendungen - Medizin			
Master Data Science PO 2	Data Science in Anwendungen - Bild- und Signalverarbeitung			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>
<b>Anwesenheitspflicht</b>

Titel der Veranstaltung				
Biomedizinische Signal- und Bildanalyse				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Thomas Deserno Mostafa Haghi Nicolai Spicher		4,0	Vorlesung/Übung	englisch
Literaturhinweise				
- Lehmann, T.M., Oberschelp, W., Pelikan, E., Regges, R.(1997): Bildverarbeitung für die Medizin: Grundlagen, Modelle, Methoden, Anwendungen. Springer-Verlag, Berlin. ISBN-13: 978-3540614586. - Deserno, T.M.(Ed). (2011): Biomedical Image Processing. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. ISBN-13: 978-3642267307. - Handels, H.(2009):Medizinische Bildverarbeitung: Bildanalyse, Mustererkennung und Visualisierung für die computergestützte ärztliche Diagnostik und Therapie. 2. Auflage. Vieweg & Teubner Verlag. ISBN-13: 978-3835100770. - Süße, H., Rodner, E.(2014): Bildverarbeitung und Objekterkennung: Computer Vision in Industrie und Medizin. Springer Vieweg. ISBN-13: 978-3834826053. - Dougherty, G.(2009): Digital Image Processing for Medical Applications. Cambridge University Press. ISBN-13: 978-0521181938. - Burger, W., Burge, M.J. (2015): Digitale Bildverarbeitung: Eine algorithmische Einführung mit Java.3. Auflage. Springer-Vieweg. ISBN-13: 978-3-642-04604-9. - Jähne, B.(2012): Digitale Bildverarbeitung und Bildgewinnung. 7. Auflage. Springer-Verlag Berlin. ISBN-13: 978-3642049514. - Broeke, J., Mateos Perez, J.M., Pascau, J.(2015): Image Processing with ImageJ. 2. Edition. Packt Publishing. ISBN-13: 978-1785889837.				

Titel der Veranstaltung				
Biomedizinische Signal- und Bildanalyse				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Studiendekan der Informatik		2,0	Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Deep Learning in Remote Sensing		
<b>Nummer</b>	4398860	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	englisch
<b>Turnus</b>	nur im Sommersemester	<b>Lehreinheit</b>	
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	Institut für Geodäsie und Photogrammetrie
<b>SWS / ECTS</b>	4 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Markus Gerke
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	150 h		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	56	<b>Selbststudium (h)</b>	94
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Die Studierenden sollen im Wintersemester zunächst "Maschinelles Lernen" oder einen ähnlichen Kurs wie "Mustererkennung" und im Sommersemester "Deep Learning in Remote Sensing" belegen.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	Portfolio		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>			
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<p>In diesem Modul werden die Studierenden in die Konzepte des Deep Learning eingeführt, um Fernerkundungsdaten zu verarbeiten. Fernerkundung ist die Wissenschaft, die geometrische und semantische Informationen über Objekte an oder nahe der Erdoberfläche mit Hilfe von Sensoren auf Satelliten oder anderen luftgestützten Plattformen liefert. Neben den Grundlagen der Fernerkundung werden einige Anwendungen wie die Objekterkennung und -klassifikation insbesondere auf Bildern und auch Regressionsverfahren bei Fernerkundungsbeobachtungen behandelt. Im Zusammenhang mit der Bildanalyse wird eine Einführung in die digitale Bildverarbeitung gegeben, die sich mit der Anwendung von Filtern auf die Bilder befasst, um die Informationen zu extrahieren, die beim Maschinellen Lernen und bei Algorithmen des Deep Learning verwendet werden könnten. Jede der Vorlesungen in diesem Modul wird durch praktische Teile ergänzt, um die Studenten in die Lage zu versetzen, Fernerkundungsdatensätze aus der realen Welt effizient zu verarbeiten. Nach Abschluss des Moduls kennen und verstehen die Studierenden die wichtigsten Konzepte des Deep Learning für die Bildanalyse. Darüber hinaus ist ein Studierender in der Lage, eine Auswahl von Algorithmen zu implementieren und das jeweilige Ergebnis zu bewerten.</p>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls besitzen die Studierenden die Fähigkeit, die Grundprinzipien und Anwendungen des Deep Learning und können sie sowohl auf die Fernerkundung als auch auf ähnliche Probleme anwenden.			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems, Aurélien Géron, 2019.</li> <li>• Pattern Recognition and Machine Learning, Bishop, C. M. 2006</li> <li>• Machine Learning with PyTorch and Scikit-Learn, Sebastian Raschka, Yuxi (Hayden) Liu, Vahid Mirjalili, 2022</li> <li>• Deep Learning, Goodfellow, Y. Bengio, and A. Courville, MIT Press, 2016</li> <li>• Deep Learning for Remote Sensing Images with Open Source Software, Rémi Cresson, CRC Press, 2020.</li> </ul>			

<b>Zugeordnet zu folgenden Studiengängen</b>				
<b>Studiengang/Studiengangsversion</b>	<b>Bereich</b>	<b>Pflichtform</b>	<b>Sem. Auswahl</b>	<b>ECTS</b>
Master Data Science PO 2	Data Science in Anwendungen - Bild- und Signalverarbeitung			
Master Data Science PO 2	Data Science in Anwendungen - Engineering			

↑

<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>				
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>				
Die Studierenden sollen im Wintersemester zunächst "Maschinelles Lernen" oder einen ähnlichen Kurs wie " Mustererkennung" und im Sommersemester "Deep Learning in Remote Sensing" belegen.				
<b>Anwesenheitspflicht</b>				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Deep Learning in Remote Sensing				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Markus Gerke Mehdi Maboudi		2,0	Vorlesung	englisch
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Deep Learning in Remote Sensing				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Markus Gerke Mehdi Maboudi		2,0	Übung	englisch

<b>Modulname</b>	Machine Learning		
<b>Nummer</b>	4398870	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	englisch
<b>Turnus</b>	nur im Wintersemester	<b>Lehreinheit</b>	
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	Institut für Geodäsie und Photogrammetrie
<b>SWS / ECTS</b>	4 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Markus Gerke
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	150 h		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	56	<b>Selbststudium (h)</b>	94
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	Portfolio		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>			
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<p>Dieses Modul führt in die grundlegenden Methoden des maschinellen Lernens ein, einschließlich - aber nicht beschränkt auf - Klassifikation, Regressionsanalyse, Clustering und Dimensionalitätsreduktion. Dieser Kurs richtet sich an BSc. und MSc. Studenten verschiedener Fachrichtungen, die Algorithmen des maschinellen Lernens in ihrem Bereich einsetzen. Die Studierenden lernen die grundlegenden Konzepte des maschinellen Lernens kennen und wenden die erlernten Konzepte mit Hilfe von Open-Source-Bibliotheken aus dem Python-Programmier-Ökosystem auf praktische Probleme an. Der Kurs befasst sich auch kurz mit neuronalen Netzen und wird mit einer kurzen Einführung in Deep Learning abgeschlossen. Der Unterricht zu theoretischen Aspekten wird durch praktische Laborübungen ergänzt. In diesem Kurs konzentrieren wir uns nicht auf eine bestimmte Art von Daten, sondern es werden verschiedene Datensätze für die praktischen Beispiele verwendet.</p>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<p>Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls besitzen die Studierenden die Fähigkeit, die Grundprinzipien und Anwendungen des Machineless Lernen und können sie sowohl auf die Fernerkundung als auch auf praktische Anwendungsbeispiele anzuwenden.</p>			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems, Aurélien Géron, 2019.</li> <li>• Pattern Recognition and Machine Learning, Bishop, C. M. 2006</li> <li>• Machine Learning with PyTorch and Scikit-Learn, Sebastian Raschka, Yuxi (Hayden) Liu, Vahid Mirjalili, 2022</li> </ul> <p>Further information and material will be provided during the course.</p>			

<b>Zugeordnet zu folgenden Studiengängen</b>				
<b>Studiengang/Studiengangsversion</b>	<b>Bereich</b>	<b>Pflichtform</b>	<b>Sem. Auswahl</b>	<b>ECTS</b>
Master Data Science PO 2	Data Science in Anwendungen - Bild- und Signalverarbeitung			
Master Data Science PO 2	Data Science in Anwendungen - Engineering			

↑

<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>				
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Anwesenheitspflicht</b>				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Machine Learning				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Markus Gerke Mehdi Maboudi			Vorlesung	englisch
<b>Literaturhinweise</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems, Aurélien Géron, 2019.</li> <li>• Pattern Recognition and Machine Learning, Bishop, C. M. 2006</li> <li>• Machine Learning with PyTorch and Scikit-Learn, Sebastian Raschka, Yuxi (Hayden) Liu, Vahid Mirjalili, 2022</li> </ul> Further information and material will be provided during the course.				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Machine Learning Lab				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Markus Gerke Mehdi Maboudi		2,0	Übung	englisch

<b>Modulname</b>	Computer Lab Mustererkennung		
<b>Nummer</b>	2424000020	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	englisch deutsch
<b>Turnus</b>	in jedem Semester	<b>Lehreinheit</b>	Fakultät für Elektrotechnik, Informationstechnik, Physik
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	Institut für Nachrichtentechnik
<b>SWS / ECTS</b>	4 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Tim Fingscheidt
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	56	<b>Selbststudium (h)</b>	94
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>			
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	Erfolgreiche Bearbeitung der Praktikumsaufgaben und Kolloquium zum Inhalt der Aufgaben		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>	<p>Die Veranstaltung besteht aus Hands-On-Programmieraufgaben, die von den Teilnehmenden gelöst werden und anschließend halb-automatisiert evaluiert werden. Insgesamt sind sieben Units aus den Themenfeldern (i) Grundlagen der Hands-On-Anwendung von Machine-Learning-Methoden, (ii) Bildverarbeitung (Computer Vision) und (iii) Zeitreihenanalyse zu absolvieren. Die sieben Units sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interaktive Einführung in die Grundlagen von Python mit Jupyter-Notebooks, Grundlagen der Datenverarbeitung, -aufbereitung und -visualisierung</li> <li>• Nutzung von Single-Layer-Machine-Learning-Modellen zur Lösung eines Zwei-Klassen-Problems: Support-Vector-Maschinen (auf Basis der libsvm) im Vergleich zu einem neuronalen Netz. Aufteilung und Nutzung von Datensätzen, Anwendung passender Metriken zur Evaluierung, Nutzung von High-Level Machine-Learning-Bibliotheken wie SciKit-Learn</li> <li>• Nutzung von tiefen neuronalen Netzwerken zur Lösung eines Vielklassen-Klassifizierungs-Problems, Kennenlernen von anerkannten akademischen Datensätzen wie MNIST und CIFAR-10, Einführung in die Nutzung der Deep-Learning-Bibliotheken PyTorch und Tensorflow, Nutzung und Anpassung von vortrainierten Modellen</li> <li>• Nutzung von Faltungsnetzwerken zur Lösung von anspruchsvolleren Bildverarbeitungs-Problemen wie der semantischen Segmentierung und der Tiefenschätzung, Nutzung von Regularisierungsmethoden im Training</li> <li>• Nutzung von vielfältigen Kostenfunktionen zur Optimierung von neuronalen Netzwerken, Implementierung von generativen Modellen wie Generative Adversarial Networks (GANs)</li> <li>• Nutzung von rekurrenten neuronalen Netzwerken zur Lösung von Problemen auf Basis von Zeitreihendaten, Anwendung von Konzepten zur Anomaliedetektion</li> <li>• Nutzung von rekurrenten neuronalen Netzwerken zur Sprachverarbeitung am Beispiel der Störgeräuschreduktion, Analyse von neuronalen Netzwerken in Bezug auf ihre Komplexität (FLOPs, Anzahl Parameter)</li> </ul> <p>Sechs von sieben Units müssen zum Bestehen des Computer-Lab-Moduls erfolgreich abgeschlossen sein, darunter Unit 4 (Faltungsnetzwerke) und Unit 7 (rekurrente Netze in der Sprachverarbeitung).</p>		
<b>Qualifikationsziel</b>			
	In der Veranstaltung erwerben die Studierenden die Kompetenzen, selbstständig für komplexe Problemstellungen passende Machine-Learning und Deep-Learning-Methoden auswählen und verwenden zu können. Die Studierenden ...		

- ... beherrschen die Programmiersprache Python sowie die Grundlagen der Deep-Learning-Bibliotheken PyTorch und Tensorflow
- ... beurteilen die Effektivität von einfachen Machine-Learning-Modellen und neuronalen Netzwerken für Klassifikations- und Regressions-Problemlösungen
- ... beurteilen die Qualität von Deep-Learning-Modellen auf geeigneten Datensätzen und mit aussagekräftigen Metriken
- ... kennen und verwenden verschiedene Typen von neuronalen Netzwerken für Probleme in den Bereichen Bildverarbeitung, Zeitreihenverarbeitung und generative Problemstellungen
- ... kennen und verwenden verschiedene Strategien zur Datenvorverarbeitung und -augmentierung
- ... kennen und verwenden verschiedene Trainings- und Regularisierungsmethoden zur Optimierung von neuronalen Netzwerken
- ... beurteilen die Komplexität eines neuronalen Netzwerks anhand verschiedener Kenngrößen

**Literatur**

- Christopher M. Bishop, Nasser M. Nasrabadi, "Pattern Recognition and Machine Learning", Springer 2006
- Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville, "Deep Learning", MIT Press 2016

**Zugeordnet zu folgenden Studiengängen**

Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Data Science PO 2	Data Science in Anwendungen - Bild- und Signalverarbeitung			



**ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN**

**Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen**

**Anwesenheitspflicht**

**Titel der Veranstaltung**

Computer Lab Mustererkennung

Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Tim Fingscheidt Marvin Klingner		3,0	Praktikum	englisch deutsch

**Literaturhinweise**

- Christopher M. Bishop, Nasser M. Nasrabadi, "Pattern Recognition and Machine Learning", Springer 2006
- Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville, "Deep Learning", MIT Press 2016

**Titel der Veranstaltung**

Computer Lab Mustererkennung

Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Tim Fingscheidt Marvin Klingner		1,0	Kolloquium	englisch deutsch

**Literaturhinweise**

- Christopher M. Bishop, Nasser M. Nasrabadi, "Pattern Recognition and Machine Learning", Springer 2006
- Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville, "Deep Learning", MIT Press 2016

Data Science in Anwendungen - Biologie, Chemie und Pharmazie	
ECTS	15

<b>Modulname</b>	Immunmetabolismus		
<b>Nummer</b>	1398590 Bio-BB 31	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>	BL-STD-67	<b>Sprache</b>	englisch deutsch
<b>Turnus</b>	nur im Sommersemester	<b>Lehreinheit</b>	Fakultät für Lebenswissenschaften
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	8 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Karsten Hiller
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	300		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	112	<b>Selbststudium (h)</b>	188
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	keine		
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	keine		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	- Hausarbeit - Referat		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	Erfolgreiche Teilnahme am Seminar und Praktikum		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<p>Seminar: Im Seminar beschäftigen sich die Studierenden zunächst mit der Biochemie des Zentralstoffwechsels von Makrophagen und wie dieser mit Hilfe von Isotopen-Markierungs-Experimenten und Modellierung studiert werden kann. Hier spielen insbesondere Makrophagen spezifische Mechanismen wie Itakonsäure, ROS, NO und Glutathion eine Rolle. Dabei wird auch ein Überblick über verfügbare experimentelle Modelle erarbeitet (primäre Zellen aus Maus und Mensch, Zellkultur Modelle). Dann werden unterschiedliche experimentelle Methoden entwickelt, die eine Co-Kultivierung von pathogenen Bakterien mit Makrophagen ermöglichen.</p> <p>Die Studierenden entwickeln ein eigenes Konzept für das folgende Praktikum um verschiedene Fragestellungen im Bereich Immunmetabolismus zu beantworten. Das Konzept wird mit Hilfe von verschiedenen Lehr- und Lernmethoden erstellt und präsentiert.</p> <p>Praktikum: Im Praktikum setzen die Studierenden dann ihr theoretisch ermitteltes Wissen selbstständig um. Dabei werden pathogene Bakterien mit Makrophagen zusammen kultiviert und mithilfe von metabolischen Messungen der Einfluss der Infektion auf die Makrophagen bestimmt. Zusätzlich wird die antibakterielle Effizienz der Makrophagen ermittelt und dabei untersucht, in wie weit eine metabolische Modulation des Stoffwechsels der Makrophagen die antimikrobielle Effizienz beeinflusst. Folgende Techniken werden dabei praktisch erlernt: Kultivierung von Makrophagen und Co-Kultivierung mit Bakterien, Metaboliten Extraktion, Respirationsmessungen mit Seahorse Analyzer, GC-MS Messungen und die dazugehörige Datenanalyse, metabolische Flussanalyse mit stabilen Isotopen, Assays zur Bestimmung der antimikrobiellen Aktivität von Makrophagen.</p>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<p>Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Bedeutung des Stoffwechsels von Immunzellen während einer Infektion/Inflammation zu erläutern.</li> </ul>			

- moderne analytische Techniken wie Isotopen Markierung, Massenspektrometrie und metabolische Flussanalyse anzuwenden.
- GC-MS Daten auszuwerten und zu interpretieren.
- den Energiestoffwechsel mit Hilfe von Respirationmessungen zu interpretieren.
- Konzepte zu entwickeln um systembiologische Fragestellungen mit Hilfe von verschiedenen Methoden zu beantworten.
- recherchierte wissenschaftliche Inhalte zu präsentieren und zu diskutieren.
- sich inhaltlich kontrovers mit wissenschaftlichen Themen und Fragestellungen in einer Gruppendiskussion auseinanderzusetzen.

**Literatur**

**Zugeordnet zu folgenden Studiengängen**

Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Data Science PO 2	Data Science in Anwendungen - Biologie, Chemie und Pharmazie			

↑

**ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN**

**Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen**

**Anwesenheitspflicht**

**Titel der Veranstaltung**

Immunmetabolismus (Bio-BB 31, AM-C-2)

Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Karsten Hiller Kerstin Schmidt-Hohagen			Seminar	englisch deutsch

**Titel der Veranstaltung**

Immunmetabolismus (Bio-BB 31, AM-C-2)

Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Karsten Hiller Kerstin Schmidt-Hohagen			Praktische Übung	englisch deutsch

<b>Modulname</b>	CM-B-3 Aufklärung und Modellierung biologischer Strukturen		
<b>Nummer</b>	1498680	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>	CHE-STD2-6	<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Turnus</b>		<b>Lehreinheit</b>	Fakultät für Lebenswissenschaften
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	0 / 8,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	240		
<b>Präsenzstudium (h)</b>		<b>Selbststudium (h)</b>	
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	Mündliche Prüfung+ (PL) nach BPO §5 (3) [Berücksichtigung SL zu 30 %]		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	Experimentelle Arbeit (SL, benotet)		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>	Experimentelle Arbeit (SL, benotet) Mündliche Prüfung+ (PL) nach BPO §5 (3) [Berücksichtigung SL zu 30 %]		
<b>Inhalte</b>			
<p>Vorlesung Biomolekulare Modellierung: Einführung in methodische Grundlagen der Simulation von Biomakromolekülen - Born-Oppenheimer-Näherung, Potentialenergiefläche, Grundlagen der statistischen Thermodynamik, empirisches Kraftfeldverfahren - Bedeutung und effiziente Beschreibung, Geometrieoptimierung, Methoden der Moleküldynamik, thermodynamische und statistische Behandlung (bio)chemischer Prozesse, Analyse von Molekulardynamik-Simulationen, Berechnungen freier Energien, Multiskalen-Methoden - implizite Lösungsmittelmodelle, coarse-grained Modelle, hybride QM/MM-Methoden, quantenchemische Einbettungsmethoden.</p> <p>Computerübung: Bedienung von Kraftfeldprogrammen, Visualisierung von Kristallstrukturen, Geometrieoptimierung, Moleküldynamik und Normalmodenanalyse an Hand von Peptidstrukturen, Simulationen von (Bio)Molekülen mit verschiedenartigen Ansätzen und deren Analyse, Studium dynamischer und entropischer Effekte.</p> <p>Praktikum: Selbständige Durchführung von Molekulardynamik-Simulationen für Biomoleküle</p>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<p>Die Studierenden sind mit modernen Methoden zur Modellierung der Struktur von Biomakromolekülen sowie zur Simulation von deren thermodynamischer Eigenschaften vertraut. Sie kennen empirische Kraftfeldmethoden, Methoden zur Durchführung von Molekulardynamik-Simulationen sowie moderne Multiskalen-Simulationsmethoden. Die Studierenden sind in der Lage, die Reichweite und Grenzen dieser Methoden zu bewerten, für eigene Forschungsprojekte geeignete Methoden auszuwählen und selbstständig Molekulardynamiksimulationen durchzuführen, zu analysieren und zu bewerten.</p>			
<b>Literatur</b>			

<b>Zugeordnet zu folgenden Studiengängen</b>				
<b>Studiengang/Studiengangsversion</b>	<b>Bereich</b>	<b>Pflichtform</b>	<b>Sem. Auswahl</b>	<b>ECTS</b>
Master Data Science PO 2	Data Science in Anwendungen - Biologie, Chemie und Pharmazie			



<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>				
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Anwesenheitspflicht</b>				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Biomolekulare Modellierungen				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Christoph Jacob		2,0	Vorlesung	englisch deutsch
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Computerübung Biomolekulare Modellierungen				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Christoph Jacob		2,0	Übung	englisch deutsch
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Projektpraktikum Biomolekulare Modellierungen				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Christoph Jacob		2,0	Praktikum	englisch

<b>Modulname</b>	Netzwerkbioogie		
<b>Nummer</b>	4217840	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	INF-MI-84	<b>Sprache</b>	englisch
<b>Turnus</b>	nur im Sommersemester	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	0 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Tim Kacprowski
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	56	<b>Selbststudium (h)</b>	94
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	Klausur, 90 Minuten, oder mündliche Prüfung, 30 Minuten oder Take-Home-Exam		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	50% der Übungsaufgaben müssen bestanden sein		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einstieg Graphentheorie</li> <li>- Biologische Netzwerke</li> <li>- Biologische Netzwerkdatenbanken</li> <li>- Statistische Netzwerkanalyse</li> <li>- Graphalgorithmen</li> <li>- Graph-basiertes Maschinelles Lernen</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<p>Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls besitzen die Studierenden ein Grundlegendes Verständnis der Graphentheorie und ihren Anwendungen bei der Auswertung biomedizinischer Daten. Sie können Werkzeuge der Netzwerkbioogie verwenden sowie Netzwerkanalysen fundiert bewerten und sind prinzipiell in der Lage neue Graph-basierte Methoden zur Auswertung biomedizinischer Daten zu entwickeln.</p>			
<b>Literatur</b>			
wird noch bekanntgegeben			

<b>Zugeordnet zu folgenden Studiengängen</b>				
<b>Studiengang/Studiengangsversion</b>	<b>Bereich</b>	<b>Pflichtform</b>	<b>Sem. Auswahl</b>	<b>ECTS</b>
Master Data Science PO 2	Data Science in Anwendungen - Biologie, Chemie und Pharmazie			

↑

<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>				
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Anwesenheitspflicht</b>				

<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Netzwerkbiologie				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Tim Kacprowski	Simone Scharke	4,0	Vorlesung/Übung	englisch
<b>Literaturhinweise</b>				
wird noch bekanntgegeben				

<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Netzwerkbiologie				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Tim Kacprowski	Simone Scharke	2,0	Übung	englisch

<b>Modulname</b>	Biophysikalische Chemie		
<b>Nummer</b>	1498670 CM-B-2	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	englisch
<b>Turnus</b>	nur im Wintersemester	<b>Lehreinheit</b>	Fakultät für Lebenswissenschaften
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	4 / 8,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Peter Jomo Walla
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	240		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	66	<b>Selbststudium (h)</b>	174
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	Mündliche Prüfung oder Klausur (PL) nach BPO §5 (3)		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	Bearbeitung von Übungsaufgaben (SL)		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<p>Vorlesung Biophysikalische Chemie: Kurze Wiederholung biochemischer und mikrobiologischer Grundlagen, Traditionelle Methoden wie Fluoreszenz- und Absorptionsspektroskopie, Lichtstreuung, Ramanspektroskopie, NMR, ESR und Massenspektrometrie an Biomolekülen. Moderne Methoden wie Fluoreszenzmikroskopie, Einzelmoleküldetektion, Nichtlineare- und Ultrakurzzeitspektroskopie oder Nanotechnologie zur Untersuchung von Biomolekülen. Ausblick auf industrielle Anwendungen und Wirkstoffforschung.</p> <p>Übung: Selbständige Rechnungen und Beantwortung von Fragen mit Korrektur der Aufgaben durch Dozenten und Assistenten, Besprechung der Lösungswege in der Übung.</p> <p>Angewandte Biophysikalische Chemie: In dieser Veranstaltung wird das Erlernte im Rahmen von Gastvorträgen an konkreten Beispielen industrieller Forschung, z.B. in Kombination mit einer Exkursion bei einem Pharmakonzern, oder aus der Grundlagenforschung, z. B. an Max-Planck-Instituten, vertieft</p>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<p>Die Studierenden sind mit den Grundlagen der wichtigsten physikochemischen Methoden zur Aufklärung biomolekularer Wechselwirkungen und Strukturen vertraut und sind in der Lage zu entscheiden, mit welcher modernen oder traditionellen Methode solche biochemischen Fragestellung am effizientesten zu beantworten sind. Sie kennen Grenzen und den Dynamikbereich dieser Methoden sowie die Bedeutung, die Struktur und Dynamik von Biomolekülen für ihre Funktion besitzen. Die Studierenden sind befähigt einzuordnen, welche Verfahren zur Untersuchung von Biomolekülen und zur Beantwortung biomolekularer Fragestellungen in den verschiedenen Umgebungen von Industrie- oder Grundlagenforschung geeignet sind.</p>			
<b>Literatur</b>			

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Data Science PO 2	Data Science in Anwendungen - Biologie, Chemie und Pharmazie			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN				
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen				
Anwesenheitspflicht				
Titel der Veranstaltung				
Biophysikalische Chemie (inkl. natürliche und künstliche Lichtsammelsysteme)				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Peter Jomo Walla		3,0	Vorlesung	englisch deutsch
Titel der Veranstaltung				
Biophysikalische Chemie				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Peter Jomo Walla		1,0	Übung	englisch deutsch
Titel der Veranstaltung				
Angewandte Biophysikalische Chemie				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Peter Jomo Walla		0,7	Seminar	englisch deutsch

<b>Modulname</b>	Biomolekulare Modellierungen		
<b>Nummer</b>	1499680 CM-B-3	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	englisch
<b>Turnus</b>	nur im Sommersemester	<b>Lehreinheit</b>	Fakultät für Lebenswissenschaften
<b>Moduldauer</b>	1 Semester	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 8,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Christoph Jacob
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	240		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	156
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>	keine		
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	keine		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	Mündliche Prüfung+ (PL) nach BPO §5 (3) [Berücksichtigung SL zu 30 %]		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	Experimentelle Arbeit (SL, benotet)		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>	siehe zu erbringende Prüfungsleistung		
<b>Inhalte</b>			
<p>Vorlesung Biomolekulare Modellierung: Einführung in methodische Grundlagen der Simulation von Biomakromolekülen - Born-Oppenheimer-Näherung, Potentialenergiefläche, Grundlagen der statistischen Thermodynamik, empirisches Kraftfeldverfahren - Bedeutung und effiziente Beschreibung, Geometrieoptimierung, Methoden der Moleküldynamik, thermodynamische und statistische Behandlung (bio)chemischer Prozesse, Analyse von Molekulardynamik-Simulationen, Berechnungen freier Energien, Multiskalen-Methoden - implizite Lösungsmittelmodelle, coarse-grained Modelle, hybride QM/MM-Methoden, quantenchemische Einbettungsmethoden.</p> <p>Computerübung: Bedienung von Kraftfeldprogrammen, Visualisierung von Kristallstrukturen, Geometrieoptimierung, Moleküldynamik und Normalmodenanalyse an Hand von Peptidstrukturen, Simulationen von (Bio)Molekülen mit verschiedenartigen Ansätzen und deren Analyse, Studium dynamischer und entropischer Effekte.</p> <p>Praktikum: Selbständige Durchführung von Molekulardynamik-Simulationen für Biomoleküle</p>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Die Studierenden sind mit modernen Methoden zur Modellierung der Struktur von Biomakromolekülen sowie zur Simulation von deren thermodynamischen Eigenschaften vertraut. Sie kennen empirische Kraftfeldmethoden, Methoden zur Durchführung von Molekulardynamik-Simulationen sowie moderne Multiskalen-Simulationsmethoden. Die Studierenden sind in der Lage, die Reichweite und Grenzen dieser Methoden zu bewerten, für eigene Forschungsprojekte geeignete Methoden auszuwählen und selbstständig Molekulardynamiksimulationen durchzuführen, zu analysieren und zu bewerten.			
<b>Literatur</b>			
Informationen in den Lehrveranstaltungen			

<b>Zugeordnet zu folgenden Studiengängen</b>				
<b>Studiengang/Studiengangsversion</b>	<b>Bereich</b>	<b>Pflichtform</b>	<b>Sem. Auswahl</b>	<b>ECTS</b>
Master Data Science PO 2	Data Science in Anwendungen - Biologie, Chemie und Pharmazie			



<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>				
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>				
keine				
<b>Anwesenheitspflicht</b>				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Biomolekulare Modellierungen				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Christoph Jacob		2,0	Vorlesung	englisch deutsch
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Computerübung Biomolekulare Modellierungen				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Christoph Jacob		2,0	Übung	englisch deutsch
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Projektpraktikum Biomolekulare Modellierungen				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Christoph Jacob		2,0	Praktikum	englisch

<b>Modulname</b>	Fortgeschrittene Theoretische Chemie		
<b>Nummer</b>	1499170 AM-A-9	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	englisch
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Fakultät für Lebenswissenschaften
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 8,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Christoph Jacob
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	240		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	156
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	Mündliche Prüfung+ nach BPO §5 (3) [Berücksichtigung SL Übungsaufgaben zu 20 % und SL experimentelle Arbeit zu 20 %]		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	Bearbeitung von Übungsaufgaben (SL, unbenotet) Experimentelle Arbeit (SL, benotet)		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<p>Vorlesung und Computerübung Fortgeschrittene Quantenchemie: Mathematische Grundlagen quantenchemischer Methoden, Hartree-Fock Theorie, Störungstheorie und Konfigurationswechselwirkung, Coupled-Cluster-Theorie, Dichtefunktionaltheorie.</p> <p>Vorlesung und Übung Theoretische Spektroskopie: Zeitabhängige Quantenmechanik, Wechselwirkung von elektromagnetischer Strahlung mit Molekülen, Grundlagen der Hartree-Fock und Dichtefunktional Methoden, Berechnung spektroskopischer Daten (Infrarot- und Raman-Spektroskopie, UV/Vis-Spektroskopie, ESR und NMR), Spektrensimulation.</p> <p>Vorlesung und Übung Künstliche Molekulare Intelligenz: Aspekte der molekularen Quantenmechanik: Hartree-Fock (HF)-Theorie, post-HF-Methoden, Dichtefunktionaltheorie; Aspekte des molekularen maschinellen Lernens: molekulare Repräsentationen, Deep Learning und Kernel-Methoden, generative Modelle, Uncertainty Quantification, Active Learning; Anwendungen: Struktur-Eigenschaftsbeziehungen, Exploration des chemischen Raums, molekulares Design.</p> <p>Praktikum Theoretische Biophysikalische Chemie: Einführung in die wissenschaftliche Programmierung zur Vertiefung der Kenntnisse quantenchemischer Methoden. Selbstständige Durchführung von quantenchemischen Berechnungen mit Methoden, die nicht in üblicher Weise als ‚black-box‘-Methoden verwendet werden können in Form eines eigenen Projekts.</p>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Die Studierenden besitzen Kenntnisse moderner quantenchemischer Rechenverfahren. Sie sind mit den theoretischen Grundlagen zentraler Methoden vertraut und haben einen Überblick über die verschiedenen gängigen quantenchemischen Methoden, ihre praktischen Implementierungen in wissenschaftlicher Software und ihre Anwendungsbereiche. Sie sind in der Lage, die Reichweite und Grenzen der verschiedenen Methoden selbstständig zu beurteilen und sind befähigt für eigene Forschungsprojekte geeignete Methoden auszuwählen und selbstständig quantenchemische Berechnungen durchzuführen, zu analysieren und zu bewerten.			
<b>Literatur</b>			

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Data Science PO 2	Data Science in Anwendungen - Biologie, Chemie und Pharmazie			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN				
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen				
Zum Abschluss des Moduls muss eine aus drei Vorlesungen mit dazugehöriger Übung sowie das Praktikum belegt werden.				
In jedem Wintersemester wird eine aus drei Vorlesungen mit dazugehöriger Übung angeboten, das Praktikum wird jedes Wintersemester angeboten.				
Anwesenheitspflicht				
Titel der Veranstaltung				
Fortgeschrittene Quantenchemie				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Christoph Jacob		3,0	Vorlesung	englisch deutsch
Titel der Veranstaltung				
Computerübung Fortgeschrittene Quantenchemie				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
N.N. Dozent-Chemie Christoph Jacob		1,0	Übung	englisch
Titel der Veranstaltung				
Projektpraktikum Fortgeschrittene Quantenchemie				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Christoph Jacob Jonny Proppe		2,0	Praktikum	englisch

<b>Modulname</b>	Machine Learning in Computational Chemistry		
<b>Nummer</b>	1499180 AM-A-10	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	nur im Wintersemester	<b>Lehreinheit</b>	Fakultät für Lebenswissenschaften
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 8,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Jonny Proppe
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	240 h		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	156
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>			
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>			
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<b>Qualifikationsziel</b>	Die Studierenden besitzen Kenntnisse moderner Methoden des molekularen maschinellen Lernens und der molekularen künstlichen Intelligenz. Sie sind mit den theoretischen Grundlagen zentraler Methoden vertraut und haben einen Überblick über die verschiedenen gängigen Methoden, ihre Implementierungen und ihre Anwendungsbereiche. Sie sind in der Lage, die Reichweite und Grenzen der verschiedenen Methoden selbstständig zu beurteilen und sind befähigt für eigene Forschungsprojekte geeignete Methoden auszuwählen und selbstständig anzuwenden sowie die Ergebnisse zu analysieren und zu bewerten.		
<b>Literatur</b>			

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Data Science PO 2	Data Science in Anwendungen - Biologie, Chemie und Pharmazie			

↑

<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>				
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Anwesenheitspflicht</b>				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Machine Learning in Computational Chemistry				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Jonny Proppe		3,0	Vorlesung	englisch
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Computerübung Machine Learning in Computational Chemistry				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Jonny Proppe		1,0	Übung	englisch
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Projektpraktikum Machine Learning in Computational Chemistry				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Jonny Proppe		2,0	Praktikum	englisch

<b>Modulname</b>	Theoretical Spectroscopy		
<b>Nummer</b>	1498120 AM-B-8	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	englisch
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehrinheit</b>	Fakultät für Lebenswissenschaften
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	Institut für Physikal. und Theoretische Chemie
<b>SWS / ECTS</b>	/ 8,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Christoph Jacob
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>		<b>Selbststudium (h)</b>	
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>			
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>			
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<b>Literatur</b>			

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Data Science PO 2	Data Science in Anwendungen - Biologie, Chemie und Pharmazie			

↑

<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>
<b>Anwesenheitspflicht</b>

<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Theoretische Spektroskopie				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Christoph Jacob		3,0	Vorlesung	englisch deutsch

<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Computerübung Theoretische Spektroskopie				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Christoph Jacob		1,0	Übung	englisch

<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Projektpraktikum Theoretische Spektroskopie				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Christoph Jacob		2,0	Praktikum	englisch

Data Science in Anwendungen - Medizin	
ECTS	15

<b>Modulname</b>	Medizinisch-methodologisches Vertiefungsfach 1		
<b>Nummer</b>	4217720	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	INF-MI-72	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	nur im Wintersemester	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	0 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Thomas Deserno
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	150		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	56	<b>Selbststudium (h)</b>	94
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	1 Prüfungsleistung: mündliche Prüfung (30 Minuten) oder Erstellung und Dokumentation von Rechnerprogrammen oder Portfolioprüfung oder Take-Home-Exam		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>			
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
Exemplarische Kapitel der IT-gestützten klinischen Forschung mit direktem Bezug zur Medizinischen Informatik.			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Die Studierenden erlangen ein tiefgreifendes Verständnis für methodische Aspekte der Medizin in der Medizinischen Informatik. Sie lernen wissenschaftliche Studien systematisch zu planen und durchzuführen, sie entwickeln Forschungsprojekte der angewandten Informatik im medizinischen Umfeld, sie wenden spezifische IT-Werkzeuge der medizinischen Informatik in der biomedizinischen Forschung an und beurteilen diese. Sie können Datenschutzanforderungen bei der elektronischen Verarbeitung von personenbezogenen Gesundheitsdaten in Deutschland erklären.			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Roos-Pfeuffer, B.: Klinische Prüfung von Medizinprodukten: Ein Kommentar zu DIN EN ISO 14155. Beuth Verlag, 2015. ISBN-13: 978-3410241539</li> <li>- Schumacher, M.: Methodik Klinischer Studien: Methodische Grundlagen der Planung, Durchführung und Auswertung (Statistik und ihre Anwendungen). Springer Verlag, 2008. ISBN-13: 978-3540851356.</li> <li>- Gaus, W., Chase, D.: Klinische Studien: Regelwerke, Strukturen, Dokumente, Daten. DVMD Verlag, 2008. ISBN-13: 978-3833472220</li> <li>- Johner, C., Hölzer-Klüpfel, M., Wittorf, S.: Basiswissen Medizinische Software. Aus- und Weiterbildung zum Certified Professional for Medical Software. Dpunkt Verlag Heidelberg. 2. Auflage, 2015. ISBN-13: 978-3864902307.</li> <li>- Schneider, UK: Sekundärnutzung klinischer Daten: Rechtliche Rahmenbedingungen. Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, 2015. ISBN-13: 978-3954661428.</li> <li>- Jäschke, T. (Hrsg.): Datenschutz im Gesundheitswesen: Grundlagen, Konzepte, Umsetzung. Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, 2016. ISBN-13: 978-3954662210.</li> <li>- IT-Reviewing Board der TMF (Hrsg.): IT-Infrastrukturen in der patientenorientierten Forschung. Aktueller Stand und Handlungsbedarf 2015. TMF, 2016. ISBN-13: 978-389838-7101.</li> </ul>			

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Data Science PO 2	Data Science in Anwendungen - Medizin			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>
<b>Anwesenheitspflicht</b>

Titel der Veranstaltung				
Methodologie der Klinischen Forschung				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Thomas Deserno		4,0	Vorlesung/Übung	deutsch
Literaturhinweise				
<p>• Roos-Pfeuffer B. Klinische Prüfung von Medizinprodukten: Ein Kommentar zu DIN EN ISO 14155. Beuth Verlag, 2015, ISBN-10: 3410241531, ISBN-13: 978-3410241539 • Schumacher M. Methodik Klinischer Studien: Methodische Grundlagen der Planung, Durchführung und Auswertung (Statistik und ihre Anwendungen). Springer Verlag 2008, ISBN-10: 3540851356, ISBN-13: 978-3540851356 • Gaus W, Chase D. Klinische Studien: Regelwerke, Strukturen, Dokumente, Daten. DVMD Verlag 2008, ISBN-10: 3833472227, ISBN-13: 978-3833472220 • Johner C, Hölzer-Klüpfel M, Wittorf S. Basiswissen Medizinische Software. Aus- und Weiterbildung zum Certified Professional for Medical Software. Dpunkt Verlag Heidelberg, 2. Auflage 2015; ISBN-13: 978-3864902307 • Schneider UK. Sekundärnutzung klinischer Daten: Rechtliche Rahmenbedingungen. Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft 2015; ISBN-13: 978-3954661428 • Jäschke T. (Hrsg). Datenschutz im Gesundheitswesen: Grundlagen, Konzepte, Umsetzung. Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft 2016; ISBN-13: 978-3954662210 • IT-Reviewing Board der TMF (Hrsg). IT-Infrastrukturen in der patientenorientierten Forschung. Aktueller Stand und Handlungsbedarf 2015. TMF 2016; ISBN-13: 978-389838-7101</p>				

Titel der Veranstaltung				
Methodologie der Klinischen Forschung				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Studiendekan der Informatik		2,0	Online-Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Medizinisch-methodologisches Vertiefungsfach 2		
<b>Nummer</b>	4217730	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	INF-MI-73	<b>Sprache</b>	englisch deutsch
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehrinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	0 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Thomas Deserno
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	1 Klausur (90 min) oder 1 mündliche Prüfung (30 min) oder 1Portfolio oder 1 Take-at-Home-Exam		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>			
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
Das Kursangebot wird auf der Webseite des Instituts für Medizinische Informatik für jedes Semester bekannt gegeben.			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Die Studierenden erlangen ein tiefgreifendes Verständnis für methodische Aspekte der Medizin in der Medizinischen Informatik. Sie planen klinische Studien, werten diese aus und bewerten diese. Darüber hinaus sind sie in der Lage, die Systematik von Forschungsprojekten der angewandten Informatik im medizinischen Umfeld einzuschätzen und zu bewerten. Sie können die Methoden der medizinischen Statistik anwenden und beurteilen sowie spezifische IT-Werkzeuge der medizinischen Statistik anwenden und vergleichen.			
<b>Literatur</b>			
wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben			

<b>Zugeordnet zu folgenden Studiengängen</b>				
<b>Studiengang/Studiengangsversion</b>	<b>Bereich</b>	<b>Pflichtform</b>	<b>Sem. Auswahl</b>	<b>ECTS</b>
Master Data Science PO 2	Data Science in Anwendungen - Medizin			

↑

<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>				
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Anwesenheitspflicht</b>				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Smart Living				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Jonas Schwartze		3,0	Vorlesung/Übung	englisch
<b>Literaturhinweise</b>				
will be announced in the course				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Smart Living				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Studiendekan der Informatik		1,0	Übung	englisch

<b>Modulname</b>	Unfallinformatik		
<b>Nummer</b>	4217740	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	INF-MI-74	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	nur im Sommersemester	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	0 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Thomas Deserno
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	150		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	56	<b>Selbststudium (h)</b>	94
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	1 Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder Portfolio oder Take-Home-Exam		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>			
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
Ausgewählte Aspekte von eHealth und mHealth sowie relevante Datenformate, Terminologien und einige existierende Systeme werden als Grundlagen für die Verbindung von Medizinischer Informatik und technischer Unfallforschung vorgestellt.			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Die Studierenden können die Technische Unfallforschung nach Zielen und Vorgehensweisen beschreiben und interpretieren. Sie sind in der Lage, Unfallinformatik zu definieren und ihre Komponenten zu benennen und zu verstehen. Darüber hinaus besitzen sie die Fähigkeit, IT-Systeme im Bereich der Unfallforschung, deren Datenformate und Übertragungsprotokolle zu klassifizieren sowie wissenschaftliche Experimente in der Unfallforschung zu konstruieren.			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- World Health Organization (WHO)(2016): Global diffusion of eHealth: Making universal health coverage achievable. WHO. ISBN-13: 978-92-4-151178-0; URL: <a href="http://www.who.int/goe/publications/global_diffusion/en/">http://www.who.int/goe/publications/global_diffusion/en/</a></li> <li>- World Health Organization (WHO): Global Status Report on Road Safety 2015. WHO. ISBN-13: 978-9241565066, URL: <a href="http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2015/en/">http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2015/en/</a></li> <li>- World Health Organization (WHO). Data Systems: A road safety manual for decision-makers and practitioners. WHO ISBN-13: 978-9241598965, URL: <a href="http://www.who.int/roadsafety/projects/manuals/data/en/">http://www.who.int/roadsafety/projects/manuals/data/en/</a></li> <li>- OECD (Ed)(2017): New Health Technologies: Managing Access, Value and Sustainability. OECD. ISBN-13: 978-9264266421.</li> <li>- Johannsen, H.(2013): Unfallmechanik und Unfallrekonstruktion. Grundlagen der Unfallaufklärung. 3.Auflage. Springer-Vieweg. ISBN-13: 978-3658015930.</li> <li>- Taschenmacher, R., Eifinger, W.(2014): Verkehrsunfallaufnahme. Unfallort – Tatort, Recht, Maßnahmen. 4. Auflage: Verlag Deutsche Polizeiliteratur. ISBN-13:978-3801106713.</li> </ul>			

- Ortlepp, J., Butterwegge, P.(2016): Unfalltypen-Katalog. Leitfaden zur Bestimmung des Unfalltyps. Neuauflage. Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft. URL: <https://udv.de/download/file/fid/9308>.

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Data Science PO 2	Data Science in Anwendungen - Medizin			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>
<b>Anwesenheitspflicht</b>

Titel der Veranstaltung				
Unfallinformatik				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Thomas Deserno Nicolai Spicher		2,0	Vorlesung	englisch

Titel der Veranstaltung				
Unfallinformatik				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Thomas Deserno Nicolai Spicher		2,0	Übung	englisch

<b>Modulname</b>	Biomedizinische Signal- und Bildanalyse		
<b>Nummer</b>	4217760	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	INF-MI-76	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	nur im Wintersemester	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	0 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Thomas Deserno
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	150		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	56	<b>Selbststudium (h)</b>	94
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Kenntnisse des Bachelormoduls "Bild- und Signalerzeugung in der Biomedizin" werden empfohlen		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	1 Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder mündliche Prüfung (30 Minuten) oder experimentelle Arbeit oder Portfolio oder Take-Home-Exam		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>			
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
Anhand von Elektrokardiographie, Radiographie, Magnetresonanztomographie sowie optischen Bildgebungsverfahren werden die Methoden der biomedizinischen Bild- und Signalverarbeitung an konkreten Anwendungsbeispielen illustriert. Das vielfältige Methodenspektrum wird nach generellen Eigenschaften geordnet und die prinzipiellen Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Verfahrensansätze werden herausgearbeitet. Algorithmen und Prinzipien zur systematischen Evaluierung mit und ohne Referenzdaten (Ground Truth) werden besprochen.			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, digitale Bilder und Signale des menschlichen Körpers zu klassifizieren und zu vergleichen. Auch können sie lineare und nichtlineare Filter unterscheiden und vergleichen sowie EKG Signale analysieren und deren Komponenten bestimmen. Zudem sind sie befähigt, Biomedizinische Bilder zu segmentieren, zu klassifizieren und zu quantifizieren sowie modellbasierte Verfahren der Bildanalyse anzuwenden und zu beurteilen.			
<b>Literatur</b>			
- Lehmann, T.M., Oberschelp, W., Pelikan, E., Repges, R.(1997): Bildverarbeitung für die Medizin: Grundlagen, Modelle, Methoden, Anwendungen. Springer-Verlag, Berlin. ISBN-13: 978-3540614586.			
- Deserno, T.M.(Ed). (2011): Biomedical Image Processing. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. ISBN-13: 978-3642267307.			
- Handels, H.(2009):Medizinische Bildverarbeitung: Bildanalyse, Mustererkennung und Visualisierung für die computergestützte ärztliche Diagnostik und Therapie. 2. Auflage. Vieweg & Teubner Verlag. ISBN-13: 978-3835100770.			
- Süße, H., Rodner, E.(2014): Bildverarbeitung und Objekterkennung: Computer Vision in Industrie und Medizin. Springer Vieweg. ISBN-13: 978-3834826053.			
- Dougherty, G.(2009): Digital Image Processing for Medical Applications. Cambridge University Press. ISBN-13: 978-0521181938.			

- Burger, W., Burge, M.J. (2015): Digitale Bildverarbeitung: Eine algorithmische Einführung mit Java.3. Auflage. Springer-Vieweg. ISBN-13: 978-3-642-04604-9.

- Jähne, B.(2012): Digitale Bildverarbeitung und Bildgewinnung. 7. Auflage. Springer-Verlag Berlin. ISBN-13: 978-3642049514.

- Broeke, J., Mateos Perez, J.M., Pascau, J.(2015): Image Processing with ImageJ. 2. Edition. Packt Publishing. ISBN-13: 978-1785889837.

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Data Science PO 2	Data Science in Anwendungen - Medizin			
Master Data Science PO 2	Data Science in Anwendungen - Bild- und Signalverarbeitung			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>
<b>Anwesenheitspflicht</b>

Titel der Veranstaltung				
Biomedizinische Signal- und Bildanalyse				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Thomas Deserno Mostafa Haghi Nicolai Spicher		4,0	Vorlesung/Übung	englisch
Literaturhinweise				
- Lehmann, T.M., Oberschelp, W., Pelikan, E., Regges, R.(1997): Bildverarbeitung für die Medizin: Grundlagen, Modelle, Methoden, Anwendungen. Springer-Verlag, Berlin. ISBN-13: 978-3540614586. - Deserno, T.M.(Ed). (2011): Biomedical Image Processing. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. ISBN-13: 978-3642267307. - Handels, H.(2009):Medizinische Bildverarbeitung: Bildanalyse, Mustererkennung und Visualisierung für die computergestützte ärztliche Diagnostik und Therapie. 2. Auflage. Vieweg & Teubner Verlag. ISBN-13: 978-3835100770. - Süße, H., Rodner, E.(2014): Bildverarbeitung und Objekterkennung: Computer Vision in Industrie und Medizin. Springer Vieweg. ISBN-13: 978-3834826053. - Dougherty, G.(2009): Digital Image Processing for Medical Applications. Cambridge University Press. ISBN-13: 978-0521181938. - Burger, W., Burge, M.J. (2015): Digitale Bildverarbeitung: Eine algorithmische Einführung mit Java.3. Auflage. Springer-Vieweg. ISBN-13: 978-3-642-04604-9. - Jähne, B.(2012): Digitale Bildverarbeitung und Bildgewinnung. 7. Auflage. Springer-Verlag Berlin. ISBN-13: 978-3642049514. - Broeke, J., Mateos Perez, J.M., Pascau, J.(2015): Image Processing with ImageJ. 2. Edition. Packt Publishing. ISBN-13: 978-1785889837.				

Titel der Veranstaltung				
Biomedizinische Signal- und Bildanalyse				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Studiendekan der Informatik		2,0	Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Assistierende Gesundheitstechnologien A		
<b>Nummer</b>	4217800	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	INF-MI-80	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	nur im Wintersemester	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	0 / 6,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Thomas Deserno
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	180		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	56	<b>Selbststudium (h)</b>	124
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	1 Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder mündliche Prüfung (30 Minuten) oder Portfolio oder Take-Home-Exam		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>			
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Versorgungsszenarien bei verschiedenen Krankheitsbildern</li> <li>- Sensorik und Datenanalyse</li> <li>- Informationssystemarchitekturen</li> <li>- Evaluation und Perspektiven einer veränderten Medizin</li> <li>- Ethische, rechtliche und soziale Aspekte von AGT</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Nach Abschluss des Moduls können die Studierenden AGT-Techniken benennen und die ethischen, rechtlichen und sozialen Aspekte erklären. Darüber hinaus können die Studierenden Methoden und Werkzeuge zum Aufbau von AGT-Systemen anwenden.			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bardram JE, Mihailidis A, Wan D (Hrsg.). Pervasive Computing in Healthcare. Boca Raton, FL: CRC Press; 2006.</li> <li>- Haux R, Koch S, Lovell NH, Marscholke M, Nakashima N, Wolf KH. Health-Enabling and Ambient Assistive Technologies: Past, Present, Future. Yearb Med Inform. 2016: S76-91.</li> <li>- Öberg A, Togawa T, Francis A, Spelman FA (Hrsg.). Sensors in Medicine and Health Care (eBook). Weinheim: Wiley-VCH; 2006.</li> <li>- van Hoof, J, Demiris, G, Wouters, EJM (Hrsg.). Handbook of Smart Homes, Health Care and Well-Being. Heidelberg: Springer; 2017.</li> <li>- Ligges U. Programmieren mit R. Statistik und ihre Anwendungen. Springer-Verlag Berlin, 3. Auflage 2008; ISBN-10: 3540799974, ISBN-13: 978-3540799979</li> <li>- Wollschläger D. Grundlagen der Datenanalyse mit R: Eine anwendungsorientierte Einführung. Springer-Verlag, Berlin, 3. Auflage 2015; ISBN-10: 3662455064, ISBN-13: 978-3662455067</li> </ul>			

- Beckerman AP, Childs DZ, Petchey OL. Getting Started with R: An Introduction for Biologists. Oxford University Press, 2. Edition 2017; ISBN-10: 0198787847, ISBN-13: 978-0198787846

**Zugeordnet zu folgenden Studiengängen**

Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Data Science PO 2	Data Science in Anwendungen - Medizin			

↑

**ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN****Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen****Anwesenheitspflicht****Titel der Veranstaltung**

Assistierende Gesundheitstechnologien A (AGT A)

Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Thomas Deserno Leonie Heisig Ju Wang Joana Warnecke		4,0	Vorlesung/Übung	englisch

**Literaturhinweise**

- Bardram JE, Mihailidis A, Wan D (Hrsg.). Pervasive Computing in Healthcare. Boca Raton, FL: CRC Press; 2006.  
 - Haux R, Koch S, Lovell NH, Marscholke M, Nakashima N, Wolf KH. Health-Enabling and Ambient Assistive Technologies: Past, Present, Future. Yearb Med Inform. 2016; S76-91. - Öberg A, Togawa T, Francis A, Spelman FA (Hrsg.). Sensors in Medicine and Health Care (eBook). Weinheim: Wiley-VCH; 2006. - van Hoof, J, Demiris, G, Wouters, EJM (Hrsg.). Handbook of Smart Homes, Health Care and Well-Being. Heidelberg: Springer: 2017. - Ligges U. Programmieren mit R. Statistik und ihre Anwendungen. Springer-Verlag Berlin, 3. Auflage 2008; ISBN-10: 3540799974, ISBN-13: 978-3540799979 - Wollschläger D. Grundlagen der Datenanalyse mit R: Eine anwendungsorientierte Einführung. Springer-Verlag, Berlin, 3. Auflage 2015; ISBN-10: 3662455064, ISBN-13: 978-3662455067  
 - Beckerman AP, Childs DZ, Petchey OL. Getting Started with R: An Introduction for Biologists. Oxford University Press, 2. Edition 2017; ISBN-10: 0198787847, ISBN-13: 978-0198787846

**Titel der Veranstaltung**

Assistierende Gesundheitstechnologien A

Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Studiendekan der Informatik		2,0	Übung	englisch

<b>Modulname</b>	Assistierende Gesundheitstechnologien B		
<b>Nummer</b>	4217810	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	INF-MI-81	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	nur im Sommersemester	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	0 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Thomas Deserno
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	150		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	56	<b>Selbststudium (h)</b>	94
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Vor der Teilnahme an AGT B sollte AGT A gehört werden.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	1 Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder mündliche Prüfung (30 Minuten) oder Portfolio oder Take-Home-Exam		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>			
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten mit verschiedenen Sensoren			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Nach Abschluss des Moduls können die Studierenden Assistierende Gesundheitstechnologien darstellen und vergleichend bewerten. Dazu gehört die Kenntnis und sichere Beherrschung von Werkzeugen und Anwendungen von Assistierenden Gesundheitstechnologien und deren zugrundeliegenden wissenschaftliche Methoden und Forschungen. Darüber hinaus können Studierende aktuelle Werkzeuge der Assistierenden Gesundheitstechnologien auf Ihre Praxistauglichkeit bewerten und deren Einsatz bei neu entwickelten Anwendungsszenarien planen und umsetzen. Dies beinhaltet auch das selbstständige Planen, Durchführen und Auswerten von Experimenten mit gesundheitsrelevanter Sensorik.			
<b>Literatur</b>			
- Bardram, J.E., Mihailidis, A., Wan, D. (Hrsg.)(2006): Pervasive Computing in Healthcare. Boca Raton, FL: CRC Press. - Haux, R., Koch, S., Lovell, N.H., Marschollek, M., Nakashima, N., Wolf, K.H.(2016): Health-Enabling and Ambient Assistive Technologies: Past, Present, Future. Yearb Med Inform. S.76-91. - Öberg, A., Togawa, T., Francis, A., Spelman, F.A. (Hrsg.)(2006): Sensors in Medicine and Health Care (eBook). Weinheim: Wiley-VCH. - van Hoof, J., Demiris, G., Wouters, E.J.M. (Hrsg.)(2007): Handbook of Smart Homes, Health Care and Well-Being. Heidelberg, Springer.			

<b>Zugeordnet zu folgenden Studiengängen</b>				
<b>Studiengang/Studiengangsversion</b>	<b>Bereich</b>	<b>Pflichtform</b>	<b>Sem. Auswahl</b>	<b>ECTS</b>
Master Data Science PO 2	Data Science in Anwendungen - Medizin			



<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>				
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Anwesenheitspflicht</b>				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Assistierende Gesundheitstechnologien B (AGT B)				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Thomas Deserno		1,0	Vorlesung	englisch
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Assistierende Gesundheitstechnologien B (AGT B)				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Thomas Deserno		3,0	Übung	englisch

<b>Modulname</b>	Ausgewählte Themen der Repräsentation und Analyse medizinischer Daten		
<b>Nummer</b>	4217880	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	INF-MI-88	<b>Sprache</b>	englisch deutsch
<b>Turnus</b>	nur im Wintersemester	<b>Lehrinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	0 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	Klausur (90 Minuten) oder mündliche Prüfung (30 Minuten), Portfolioprüfung oder Take-Home-Examen		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>			
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
Aufgrund des schnellen Wandels bei den Methoden und Vorgehensweisen zur Repräsentation und Analyse medizinischer Daten werden die Inhalte vor Durchführung des Moduls aktualisiert und bekannt gegeben werden.			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Die Studierenden kennen aktuelle Themen der Repräsentation und der Analyse medizinischer Daten und können diese vergleichen. Sie können die Datenmodelle und Verarbeitungsmethoden erläutern und implementieren. Sie können Qualitätskriterien benennen und Verfahren evaluieren.			
<b>Literatur</b>			
IMIA Yearbook of Medical Informatics [erscheint jährlich]			
Weitere Literatur wird jeweils aktuell bekannt gegeben			

<b>Zugeordnet zu folgenden Studiengängen</b>				
<b>Studiengang/Studiengangsversion</b>	<b>Bereich</b>	<b>Pflichtform</b>	<b>Sem. Auswahl</b>	<b>ECTS</b>
Master Data Science PO 2	Data Science in Anwendungen - Medizin			

↑

<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>				
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Anwesenheitspflicht</b>				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Ausgewählte Themen der Repräsentation und Analyse medizinischer Daten				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Thomas Deserno	Thomas Deserno	3,0	Vorlesung/Übung	englisch deutsch

Data Science in Anwendungen - Projektarbeit	
ECTS	15

<b>Modulname</b>	Projektarbeit Data Science		
<b>Nummer</b>	4299980	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>	INF-STD-98	<b>Sprache</b>	englisch
<b>Turnus</b>	in jedem Semester	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	1 / 15,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	14	<b>Selbststudium (h)</b>	436
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	Software-/Programmentwicklung und Bericht zu einem Data Science Projekt		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>			
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
Die Lehrinhalte sind abhängig von der konkreten Aufgabenstellung und werden teilweise aus dem Projektumfeld des anbietenden Dozenten entnommen. Sie können jährlich variieren.			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Die Projektarbeit kann der Vorbereitung auf die Masterarbeit dienen. Die Studierenden können systematische wissenschaftliche Methoden zur Lösung einer komplexen Aufgabe im Bereich Data Science anwenden. Sie sind in der Lage die Bearbeitung eigenständig zu planen und die Zeitaufwände abzuschätzen. Sie können eigenständig die Fortschrittskontrolle und Qualitätssicherung z.B. anhand von selbstgesetzten Meilensteinen übernehmen.			
<b>Literatur</b>			
Aktuelle Literatur für Ihre Projektarbeit erfragen Sie bitte bei Ihrem Betreuer.			

<b>Zugeordnet zu folgenden Studiengängen</b>				
<b>Studiengang/Studiengangsversion</b>	<b>Bereich</b>	<b>Pflichtform</b>	<b>Sem. Auswahl</b>	<b>ECTS</b>
Master Data Science PO 2	Data Science in Anwendungen - Projektarbeit			

↑

<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>
---------------------------------------

<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>
--

<b>Anwesenheitspflicht</b>
----------------------------

Schlüsselqualifikationen und Ethik	
ECTS	5

<b>Modulname</b>	Ethics and Epistemology		
<b>Nummer</b>	4411440	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>	GE-Phil-44	<b>Sprache</b>	englisch
<b>Turnus</b>	nur im Wintersemester	<b>Lehreinheit</b>	Fakultät für Geistes- und Erziehungswissenschaften
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	2 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Hans-Christoph Schmidt am Busch
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	Präsenzzeit: 30 h Selbststudium: 120 h Gesamtworkload: 150 h		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	30	<b>Selbststudium (h)</b>	120
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	1 graded examination (Prüfungsleistung): written exam, 120 minutes		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	1 non graded examination (Studienleistung): Protokoll, 2 pages		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<p>This course provides students with philosophical knowledge in order to reason thoughtfully, judge effectively and act morally in the field of data science. Students learn to differentiate between concepts, phenomena and actions, which is relevant for understanding the presuppositions and implications of machine ethics. This new field is, on the one hand, concerned with established ethical approaches (Kant, Utilitarianism); on the other hand, with giving machines ethical principles, i.e. programs and operations for discovering a way to resolve ethical dilemmas they might encounter. Whereas enabling machines to function in an ethically responsible manner through their own ethical decision making is a long wished-for in AI and robotics, philosophers and society highlight basic questions still in need for an answer; for example: can machines be moral agents? When adopting norms and values, who should they take as paradigmatic role model? Who has the right to judge about that, and why? Students will learn the preconditions and limits of modeling the world according to machines. Not last, which kind of world machines face by means of artificial sensory perception matters for understanding the difficult questions of embodiment, and really being in the world instead of only having one.</p>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<p>The course:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• provides a philosophical framework and moral compass for guiding the judgement of students regarding data science and its applications (artificial intelligence, robotics, etc.).</li> <li>• aims to develop communication skills, social and civic competences,</li> <li>• reassures students on the limits of machines, machinery settings, and machine ethics,</li> <li>• strengthens personal development in the light of digit(al)ization and related claims of social change.</li> </ul> <p>The students will be able to recognize and interpret social and technical problems in technology and information processing based in classical and recent position in theoretical and practical philosophy. They will be able to interpret these problems ethically and support their position with arguments from machine ethics.</p>			
<b>Literatur</b>			
<p>Anderson, Michael/Anderson, Susan Leigh (eds.): Machine Ethics, 2011  Misselhorn, Catrin: Grundfragen der Maschinenethik, 3rd ed. 2018  Nagel, Thomas: What is it like to be a Bat? Englisch/Deutsch, Reclam 2016</p>			

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Data Science PO 2	Schlüsselqualifikationen und Ethik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN				
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Anwesenheitspflicht</b>				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Ethics and Epistemology				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Nicole Karafyllis Hans-Christoph Schmidt am Busch		2,0	Online-Seminar	englisch deutsch
<b>Literaturhinweise</b>				
Literature: Anderson, Michael/Anderson, Susan Leigh (eds.): Machine Ethics, 2011 Misselhorn, Catrin: Grundfragen der Maschinenethik, 3rd ed. 2018Nagel, Thomas: What is it like to be a Bat? Englisch/Deutsch, Reclam 201				

<b>Modulname</b>	Data Privacy & Data Governance		
<b>Nummer</b>	2216010	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	englisch
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehrinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	0 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Anne Paschke
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	Klausur, 60 Minuten, oder mündliche Prüfung, 20 Minuten, oder Hausarbeit oder Portfolio oder Take-Home-Examen		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>			
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<p>Ziel ist es, eine Sensibilität im Umgang mit Daten zu entwickeln, insbesondere wenn es sich um personenbezogene Daten handelt.</p> <p>Im weiteren Verlauf der Vorlesung geht es um Data Governance jenseits des persönlichen Daten Eigentum. Die Studierenden lernen, wie eine Organisation die Verwendung von Daten durch interne Regelungen und Vorschriften steuern kann und wie der innerorganisatorische Datenaustausch durch Standards gestaltet wird. Die Studierenden sollen ein breites Verständnis für die Bedeutung von Standards und Interoperabilität erhalten. Darüber hinaus sollen die Studierenden lernen, was es braucht und was was zu beachten ist, bevor eine solche Bestimmung/Standard eingeführt wird, sei es innerhalb einer Organisation oder auf intra-organisatorischer Ebene.</p>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<p>Die Studierenden verstehen die Unterschiede zwischen den beiden wichtigsten Rechtssystemen (Rechtsprechung vs. Common Law) in der EU. Sie kennen unterschiedliche Quellen für rechtliche Regelungen. Die Studierenden sind in der Lage, betriebliche Datenschutzbestimmungen und Geschäftsmodelle in Bezug auf die gesetzlichen Bestimmungen einzuschätzen.</p>			
<b>Literatur</b>			

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Data Science PO 2	Schlüsselqualifikationen und Ethik			

↑

<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>				
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Anwesenheitspflicht</b>				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Data Privacy & Data Governance				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Dr. Anne Paschke		2,0	Vorlesung	deutsch

<b>Modulname</b>	Schlüsselqualifikationen		
<b>Nummer</b>	4298010	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>	INF-STD2-0	<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Turnus</b>	in jedem Semester	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	0 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>			
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	Für die gewählten Lehrveranstaltungen/Module wird ein aktiver Leistungsnachweis gefordert (z.B. Klausur, Hausarbeit, Referat, Protokoll). Ein Teilnahmechein ist nicht ausreichend. Die Art der Studienleistung ist modul- bzw. lehrveranstaltungsabhängig.		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
Verschiedene in den Wahlveranstaltungen des Gesamtprogramms			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Übergeordneter Bezug/ Einbettung des Studienfaches Die Studierenden werden befähigt, ihr Studienfach in gesellschaftliche, historische, rechtliche oder berufsorientierte Bezüge einzuordnen (je nach Schwerpunkt der Veranstaltung). Sie sind in der Lage, übergeordnete, fachliche Verbindungen und deren Bedeutung zu erkennen, zu analysieren und zu bewerten. Die Studenten erwerben einen Einblick in Vernetzungsmöglichkeiten des Studienfaches und Anwendungsbezüge ihres Studienfaches im Berufsleben.			
<b>Literatur</b>			
Wird von den jeweiligen Lehrenden bekannt gegeben			

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Data Science PO 2	Schlüsselqualifikationen und Ethik			

↑

<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>
---------------------------------------

<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>
--

<b>Anwesenheitspflicht</b>
----------------------------

<b>Modulname</b>	Scientific and Method-Oriented Working		
<b>Nummer</b>	4217000000	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	englisch
<b>Turnus</b>	nur im Sommersemester	<b>Lehrinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	4 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Tim Kacprowski
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	Hausarbeit		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	aktive Teilnahme an allen Gruppenarbeiten		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Philosophie der Wissenschaft</li> <li>- Literaturrecherche</li> <li>- Wissenschaftliches Zitieren</li> <li>- Projektplanung</li> <li>- Projektdokumentation</li> <li>- Wissenschaftliches Schreiben</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, sich selbstständig in ein wissenschaftliches Thema einzuarbeiten, ein Projekt zu planen und zu dokumentieren sowie einen wissenschaftlichen Bericht zu verfassen.			
<b>Literatur</b>			
wird in der Veranstaltung bekanntgegeben			

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Data Science PO 2	Schlüsselqualifikationen und Ethik			



<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>				
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Anwesenheitspflicht</b>				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Scientific and Method-Oriented Working				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
			Praktikum	englisch

<b>Modulname</b>	Better Scientific Presentations and Writing		
<b>Nummer</b>	4217000020	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	englisch
<b>Turnus</b>	nur im Wintersemester	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	4 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	150		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	Portfolioprüfung		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>			
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<p>Im ersten Teil des Kurses geht es um die Strukturierung des Textes, die richtige Formulierung, die Verständlichkeit des Textes, die effiziente Produktion, den Revisionsprozess und ethische Aspekte.</p> <p>Im zweiten Teil geht es um die Erstellung „guter“ Visualisierungen. Die Studierenden lernen die Grundlagen der Wahrnehmung, die richtige Zuordnung von Daten zu visuellen Designprinzipien sowie Visualisierungstechniken und -werkzeuge für bestimmte Datentypen.</p> <p>Der dritte Teil umfasst mündliche Präsentationen und wissenschaftliche Vorträge. Anhand ihrer eigenen Forschungsprojekte und anderer Themen in den Übungen werden die Studierenden ihre mündlichen Präsentationen üben und verbessern.</p>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<p>Die Studierenden lernen die Grundsätze des wissenschaftlichen Schreibens kennen und erfahren, wie sie ihr Schreiben verbessern können. Sie werden in die Lage versetzt, bestehende Visualisierungen angemessen zu kritisieren und neue Visualisierungen zu erstellen, die effektiv, effizient und angemessen sind. Sie lernen auch, wie man eine Präsentation richtig strukturiert, wie man geeignete visuelle Hilfsmittel („Präsentationen“) vorbereitet und wie sich mündliche Präsentationen von schriftlichen Texten unterscheiden.</p>			
<b>Literatur</b>			
wird in der Veranstaltung bekanntgegeben			

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Data Science PO 2	Schlüsselqualifikationen und Ethik			



<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>				
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Anwesenheitspflicht</b>				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Better Scientific Presentations and Writing Veranstaltung				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
			Seminar	englisch

Masterarbeit	
ECTS	30

<b>Modulname</b>	Masterarbeit Data Science		
<b>Nummer</b>	4299970	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>	INF-STD-97	<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Turnus</b>	in jedem Semester	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	0 / 30,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	1	<b>Selbststudium (h)</b>	899
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	Schriftliche Ausarbeitung (Abschlussarbeit) Der Vortrag kann gemäß § 5 Absatz 7 BPO mit bis zu 3 von 30 Leistungspunkten in die Bewertung eingehen.		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>			
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
Die Inhalte sind abhängig von der konkreten Aufgabenstellung.			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Die Studierenden sind in der Lage innerhalb einer vorgegebenen Frist ein Problem aus dem Bereich Data Science selbstständig nach wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten.  Dabei sind vor allem folgende Punkte wichtig: - Sie können sich selbstständig in die Thematik der Arbeit einarbeiten. - Sie können eine für Data Science relevante Fragestellung mit wissenschaftlichen Methoden systematisch bearbeiten. - Sie sind in der Lage die Vorgehensweise und der Ergebnisse in Form einer Ausarbeitung darzustellen. - Sie können die wesentlichen Ergebnisse in verständlicher Form präsentieren. - Sie sind in der Lage Literatur zu recherchieren und die Arbeit in einen Kontext einzuordnen.			
<b>Literatur</b>			

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Data Science PO 2	Masterarbeit			

↑

<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>
---------------------------------------

<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>
--

<b>Anwesenheitspflicht</b>
----------------------------