



Beschreibung des Studiengangs

Data Science (Master)

PO 2

Datum: 17.03.2026

Inhaltsverzeichnis

Master Data Science

Ramp Up Phase

Ramp up Course Mathematics	4
Ramp up Course Computer Science.....	6

Methoden und Konzepte der Informatik

Mustererkennung.....	8
Deep Learning Lab.....	10
Wissensbasierte Systeme und deduktive Datenbanksysteme.....	13
Data Warehousing und Data-Mining-Techniken.....	15
Information Retrieval und Web Search Engines.....	17
Grundlagen Maschinelles Lernen.....	19
Techniken der Visualisierung.....	21
Bild-Aspekte.....	22
Python Lab.....	24
Computational Geometry.....	26
Approximation Algorithms.....	28
Seminar Data Science - Section Computer Science.....	30
Graphs, Geometry, and Algorithms.....	33
Fundamentals of High-Performance Computing for CFD simulations.....	35
Software Product Lines.....	37
Machine Learning for Data Science.....	39
Constraint Solving.....	41
AI Engineering.....	43

Methoden und Konzepte der Mathematik

Algorithmen und Komplexität für Quantencomputer.....	45
Computeralgebra.....	47
Diskrete Optimierung.....	49
Dynamische Optimierung.....	51
Introduction to Quantum Information Theory.....	53
Inverse Probleme.....	55
Kontinuierliche Optimierung in Data Science.....	57
Maschinelles Lernen mit neuronalen Netzen.....	59
Mathematical Foundations of Information Theory and Coding Theory	61
Modellreduktion.....	63
Nichtnegativität und polynomielle Optimierung.....	65
Numerische Lineare Algebra in Data Science.....	67
Numerische Methoden und Lernen von Daten.....	69
Optimierung in Maschinellern Lernen und Datenanalyse 1.....	71
Statistisches und maschinelles Lernen.....	73
Fortgeschrittenenpraktikum.....	75
Seminar Data Science - Section Mathematics.....	78
Mathematical Foundations of Data Science	80
The Mathematics of Data Science.....	82
Computational Algebraic Geometry.....	84

Data Science in Anwendungen - Engineering

Ökologische Modellierung.....	85
Fundamentals of Turbulence Modeling.....	87
Grundlagen des Küsteningenieurwesens.....	89
Introduction to Finite Element Methods.....	91
Deep Learning in Remote Sensing	93
Machine Learning	95
Datengetriebene Material Modellierung.....	97
Experimental Fluid Dynamics.....	98

Data Science in Anwendungen - Bild- und Signalverarbeitung

Mathematische Bildverarbeitung.....	100
Deep Learning for imaging in nano and quantum science.....	102
Netzwerk-Informationstheorie.....	103
Sprachdialogsysteme (Spoken Language Processing).....	105
Grundlagen der Digitalen Signalverarbeitung.....	107
Digitale Signalverarbeitung.....	109
Computer Vision und Machine Learning.....	111
Biomedizinische Signal- und Bildanalyse.....	113
Deep Learning in Remote Sensing	115
Machine Learning	117
Computer Lab Mustererkennung.....	119

Data Science in Anwendungen - Biologie, Chemie und Pharmazie

Immunmetabolismus.....	121
CM-B-3 Aufklärung und Modellierung biologischer Strukturen.....	123
Netzwerkbioogie.....	125
Biophysikalische Chemie.....	127
Biomolekulare Modellierungen.....	129
Fortgeschrittene Theoretische Chemie.....	131
Machine Learning in Computational Chemistry.....	133
Theoretical Spectroscopy.....	134

Data Science in Anwendungen - Medizin

Medizinisch-methodologisches Vertiefungsfach 1.....	135
Medizinisch-methodologisches Vertiefungsfach 2.....	137
Unfallinformatik.....	139
Biomedizinische Signal- und Bildanalyse.....	141
Assistierende Gesundheitstechnologien A.....	143
Assistierende Gesundheitstechnologien B.....	145
Ausgewählte Themen der Repräsentation und Analyse medizinischer Daten.....	147

Data Science in Anwendungen - Projektarbeit

Projektarbeit Data Science.....	148
---------------------------------	-----

Schlüsselqualifikationen und Ethik

Ethics and Epistemology	149
Data Privacy & Data Governance.....	151
Schlüsselqualifikationen.....	152
Scientific and Method-Oriented Working.....	153
Better Scientific Presentations and Writing.....	154

Masterarbeit

Masterarbeit Data Science.....	156
--------------------------------	-----

Ramp Up Phase

Modulname	Ramp up Course Mathematics		
Nummer	1294580	Modulversion	V2
Kurzbezeichnung		Sprache	
Turnus	in jedem Semester	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1 Semester	Einrichtung	
SWS / ECTS	6 / 10,0	Modulverantwortliche/r	
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	72	Selbststudium (h)	228
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	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. Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
- Einführung in die Data Science (2 Wochen) - gemeinsam mit RampUp Informatik - Algebra (2 Wochen) - Numerische Mathematik (2 Wochen) - Diskrete Mathematik (2 Wochen) - Analysis (2 Wochen) - Mathematische Stochastik (2 Wochen) - Kontinuierliche Optimierung (2 Wochen)			
Qualifikationsziel			
Die Studierenden - kennen und verstehen die Mathematik, die für ein Masterstudium "Data Science" notwendig ist - verstehen die Methoden und Verfahren der Analysis, Algebra, Mathematische Optimierung, Diskreten Mathematik, Mathematischen Stochastik und Numerischen Mathematik und können diese anwenden			
Literatur			
- Mathematics for machine learning, Deisenroth, Faisal, Ong, Cambridge University Press, available at https://mml-book.com/			

- Networks, Crowds, and Markets: Reasoning about a Highly Connected World, Easley, Kleinberg, Cambridge University Press, available at <https://www.cs.cornell.edu/home/kleinber/networks-book/networks-book.pdf>



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Ramp up Course Mathematics	6,0	Vorlesung/Übung	englisch
Literaturhinweise			
(de/en) - Mathematics for machine learning, Deisenroth, Faisal, Ong, Cambridge University Press, available at https://mml-book.com/ - Networks, Crowds, and Markets: Reasoning about a Highly Connected World, Easley, Kleinberg, Cambridge University Press, available at https://www.cs.cornell.edu/home/kleinber/networks-book/networks-book.pdf			

Modulname	Ramp up Course Computer Science		
Nummer	4298040	Modulversion	V2
Kurzbezeichnung		Sprache	englisch
Turnus	in jedem Semester	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	Einrichtung	
SWS / ECTS	6 / 10,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Wolf-Tilo Balke
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	84	Selbststudium (h)	216
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 unbenotete Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten), eine mündliche Prüfung (30 Minuten) oder Take-Home-Exam		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
- Einführung in die Datenwissenschaft (2 Wochen) - gemeinsam mit RampUp Mathematics - Softwaretechnik (Schulze, 4 Wochen) - Datenbankmanagement (Balke, 4 Wochen) - Sicherheit und Datenschutz (Rieck, 2 Wochen) - Verteilte Systeme (N.N., 2 Wochen)			
Qualifikationsziel			
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 - Softwaresysteme für die Datenanalyse zu entwerfen und zu entwickeln - verteilte Analyseverfahren zu verstehen und zu implementieren - moderne Datenbanksysteme anzuwenden und zu betreiben - die Sicherheit und den Schutz von Daten zu bewerten und zu schützen 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.			
Literatur			
tba			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Ramp up course Computer Science	6,0	Vorlesung/Übung	englisch

Methoden und Konzepte der Informatik

Modulname	Mustererkennung		
Nummer	2424690	Modulversion	
Kurzbezeichnung	ET-NT-69	Sprache	englisch deutsch
Turnus	in jedem Semester	Fakultät	Fakultät für Elektrotechnik, Informationstechnik, Physik
Moduldauer	1	Einrichtung	
SWS / ECTS	4 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Tim Fingscheidt
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	56	Selbststudium (h)	94
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	Mündliche Prüfung 30 Minuten oder Klausur 90 Minuten		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
- Bayessche Entscheidungsregel - Qualitätsmaße der Mustererkennung - Überwachtes Lernen mit parametrischen Verteilungen - Überwachtes Lernen mit nicht-parametrischen Verteilungen, Klassifikation - Lineare Trennfunktionen, einschichtiges Perzeptron - Support-Vektor-Maschinen (SVMs) - Mehrschichtiges Perzeptron, neuronale Netze (NNs) - Deep learning - Nicht-überwachtes Lernen, Clusteringverfahren Hinweis: Für die Mustererkennung mittels Hidden-Markov-Modellen (HMMs) wird ein separates vertiefendes Modul Sprachdialogsysteme (Spoken Language Processing) (ET-NT-54) im Sommersemester angeboten.			
Qualifikationsziel			
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.			
Literatur			
- R.O. Duda, P.E. Hart, D.G. Stork: Pattern Classification, Wiley, 2001 - C.M. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006			
Hinweise			
Grundkenntnisse der Statistik, wie sie z. B. im Modul "Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik" erworben werden, erleichtern das Verständnis der Vorlesung.			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Mustererkennung	2,0	Vorlesung	englisch deutsch
Literaturhinweise			
- R. O. Duda, P. E. Hart, D. G. Stork: Pattern Classification, Wiley, 2001 - C. M. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006			
Mustererkennung	2,0	Seminar	englisch 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			

Modulname	Deep Learning Lab		
Nummer	2424750	Modulversion	
Kurzbezeichnung	ET-NT-75	Sprache	englisch deutsch
Turnus	nur im Sommersemester	Fakultät	Fakultät für Elektrotechnik, Informationstechnik, Physik
Moduldauer	1	Einrichtung	
SWS / ECTS	4 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Tim Fingscheidt
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	56	Selbststudium (h)	94
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	(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		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte	(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 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



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

Titel der Veranstaltung

SWS

Art LVA

Sprache

Deep Learning Lab

3,0

Praktikum

deutsch

Literaturhinweise

- 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

Deep Learning Lab	1,0	Kolloquium	deutsch
Literaturhinweise			
- 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			

Modulname	Wissensbasierte Systeme und deduktive Datenbanksysteme		
Nummer	4214620	Modulversion	V2
Kurzbezeichnung	INF-IS-62	Sprache	englisch deutsch
Turnus	nur im Wintersemester	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	Einrichtung	Institut für Informations-systeme
SWS / ECTS	3 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Wolf-Tilo Balke
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (ca. 30 min) oder 1 Take-Home-Exam		
Zu erbringende Studienleistung	50% der Übungen müssen bestanden sein		
Inhalte			
- Grundlagen logischer Programmiersprachen, Prädikatenlogik als Datenmodell - Top-down und Bottom-up Strategien zur Anfragebearbeitung - Datalog und die zugehörigen Sprachklassen - Fixpunktauswertung von rekursivem Datalog - Anfrageoptimierung mit Magic Sets - Wissensrepräsentation mit deduktiven Datenbanken - Objektorientierte Erweiterungen, Vererbung und Pfadausdrücke - Rekursion in Datenbanksystemen, Common Table Expressions - Relationeninstanzen, Relationenhierarchien - User-Defined Types und User-Defined Functions			
Qualifikationsziel			
Die Studierenden besitzen nach Abschluss dieses Moduls grundlegende Kenntnisse auf den Gebieten der wissensbasierten Systemen und objektrelationalen Erweiterungen.			
Literatur			
- S. Ceri, G. Gottlob, L. Tanca: Logic Programming and Databases - Surveys in Computer Science. Springer Verlag, 1990. - S.K. Das: Deductive Databases and Logic Programming. Addison-Wesley, 1992. - J. Ullman: Principles of Databaseand Knowledge-Base Systems,Volume II: The New Technologies. W.H. Freeman & Co., 1989.			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Wissensbasierte Systeme und deduktive Datenbanksysteme	3,0	Vorlesung/Übung	englisch deutsch

Modulname	Data Warehousing und Data-Mining-Techniken		
Nummer	4214680	Modulversion	V2
Kurzbezeichnung	INF-IS-68	Sprache	englisch deutsch
Turnus	Unregelmäßig	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	Einrichtung	Institut für Informationssysteme
SWS / ECTS	3 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Wolf-Tilo Balke
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 Klausur, 90 Minuten oder mündliche Prüfung, etwa 30 Minuten oder Take-Home-Examen		
Zu erbringende Studienleistung	50% der Übungen müssen bestanden sein		
Inhalte			
- Statistische Methoden in Datenbanken - Knowledge Discovery und Mining lokaler Strukturen - Frequent Item Set Mining und Association Rules - Hierarchische und partitionierende Clustering Algorithmen - (Lineare) Klassifikation und Support Vector Machines - Architektur von Data Warehouses (ROLAP, MOLAP;) - Multidimensionales Datenmodell (Star, Snowflake) - Extraktion, Datenaufbereitung und Cleaning - Techniken des Online Analytical Processing (OLAP) - Speicher- und Indexstrukturen für Data Warehouses			
Qualifikationsziel			
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.			
Literatur			
- 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			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Data Warehousing und Data-Mining-Techniken	2,0	Vorlesung	englisch deutsch
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			
Data Warehousing und Data-Mining-Techniken	1,0	Übung	englisch deutsch

Modulname	Information Retrieval und Web Search Engines		
Nummer	4214690	Modulversion	V2
Kurzbezeichnung	INF-IS-69	Sprache	englisch deutsch
Turnus	nur im Wintersemester	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer		Einrichtung	
SWS / ECTS	3 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Wolf-Tilo Balke
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 Klausur (90 min) oder 1 mündliche Prüfung (ca. 30 min) oder 1 Take-at-Home-Exam		
Zu erbringende Studienleistung	50% der Übungen müssen bestanden sein		
Inhalte			
- Strukturierte vs. unstrukturierte Daten - Textbasiertes Retrieval, probabilistische, Fuzzy- und Vektorraum-Modelle - Bewertung von Retrievaleffektivität, Precision-Recall-Analyse - Architektur von Web-Informationssystemen und Suchmaschinen - Struktur des WWW, Web-Crawling und Text-Indexing - Informationsanfragen und Navigationsanfragen, Ontologien - Suchbegriffsmetriken und Linkmetriken, Page-Rank, HITS, etc.			
Qualifikationsziel			
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.			
Literatur			
- Christopher D. Manning, Prabhakar Raghavan, Hinrich Schütze: Introduction to Information Retrieval. Cambridge University Press, 2008. http://www.informationretrieval.org - Ricardo Baeza-Yates, Berthier Ribeiro-Neto: Modern Information Retrieval. Addison-Wesley, 1999. - Richard K. Belew: Finding Out About: A Cognitive Perspective on Search Engine Technology and the WWW. Cambridge University Press, 2000. - Cornelis Joost van Rijsbergen: Information Retrieval. Butterworths, second edition, 1979. http://www.dcs.gla.ac.uk/Keith/Preface.html			



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

Modulname	Grundlagen Maschinelles Lernen		
Nummer	4215370	Modulversion	V2
Kurzbezeichnung	INF-ROB-37	Sprache	
Turnus	nur im Sommersemester	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer		Einrichtung	
SWS / ECTS	4 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Jochen Steil
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	56	Selbststudium (h)	94
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 Prüfungsleistung: mündliche Prüfung (20-30 Minuten) oder eine Klausur (90 Minuten) oder Take-Home-Exam		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
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: - Modellauswahl, Bias vs. Parameteroptimierung - Training, Test und Validierung - Generalisierung, Overfitting, Regularisierung - Lineare Regression, Generalisierte Linear Modelle - Schätzer, Erwartungstreue, Varianz - Konzeptlernen, Entscheidungsbäume - Lazy Learning - Gaussian Mixtures, Gaussian Mixture Regression - Unified Regression Models			
Qualifikationsziel			
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.			
Literatur			
Bishop, Pattern Recognition & Machine Learning, Springer, 2006 Mitchell, Machine Learning, McGraw-Hill, 1997 Vorlesungsskripte weiteres wird in der Vorlesung nach Bedarf bekanntgegeben			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Grundlagen Maschinelles Lernen	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			
Grundlagen Maschinelles Lernen	2,0	Übung	englisch

Modulname	Techniken der Visualisierung		
Nummer	4216340	Modulversion	
Kurzbezeichnung	INF-CG-34	Sprache	englisch deutsch
Turnus	Unregelmäßig	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1 Semester	Einrichtung	
SWS / ECTS	2 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Marcus Magnor
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	28	Selbststudium (h)	122
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart			
Zu erbringende Studienleistung	1 Referat		
Inhalte			
- Geschichte der Visualisierung - Visualisierung aus informationstheoretischer Sicht - Aspekte der visuellen Wahrnehmungspsychologie - Visualisierung und Kognition - Techniken zur Darstellung von Information - Interaktive Visualisierungstechniken			
Qualifikationsziel			
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.			
Literatur			
- Ward, Grinstein, Keim: Interactive Data Visualization, AK Peters 2010 - Ware: Information Visualization, Elsevier 2012 - Munzner: Visualization Analysis and Design, 2014			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Techniken der Visualisierung	2,0	Vorlesung	englisch

Modulname	Bild-Aspekte		
Nummer	4216350	Modulversion	
Kurzbezeichnung	INF-CG-35	Sprache	englisch deutsch
Turnus	Unregelmäßig	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1 Semester	Einrichtung	
SWS / ECTS	2 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Marcus Magnor
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	28	Selbststudium (h)	122
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart			
Zu erbringende Studienleistung	1 Referat		
Inhalte			
- Grundlagen des Bildentstehungsprozesses - Eigenschaften natürlicher Bilder - Evolution des Sehsinns - visuelle Wahrnehmung - Zustandekommen optischer Illusionen - Verständnis von Bildern/Bildinformation - Kunst als experimentelle Neurowissenschaft			
Qualifikationsziel			
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.			
Literatur			
- 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.			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache

Bild-Aspekte	2,0	Vorlesung	englisch deutsch
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.			

Modulname	Python Lab		
Nummer	4217850	Modulversion	
Kurzbezeichnung	INF-MI-85	Sprache	englisch
Turnus	in jedem Semester	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1 Semester	Einrichtung	
SWS / ECTS	4 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Tim Kacprowski
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	56	Selbststudium (h)	94
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart			
Zu erbringende Studienleistung	1 Teambasierte Entwicklung und Dokumentation eines Softwaretools für die Datenwissenschaft		
Inhalte			
- Einführung in Python - Einführung in die explorative Datenanalyse in Python - Statistische Datenanalyse - Unüberwachtes maschinelles Lernen - Überwachtes maschinelles Lernen - Kritische Bewertung des maschinellen Lernens			
Qualifikationsziel			
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. Während einer interaktiven Lernphase werden die Studierenden in der Lage sein, gängige Pakete wie scikit-learn anzuwenden, und sie werden in der Lage sein 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.			
Literatur			
tba			



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

Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Python Lab	4,0	Praktikum	englisch
LV-Informatik 20	1,0	Kolloquium	englisch

Modulname	Computational Geometry		
Nummer	4227250	Modulversion	V2
Kurzbezeichnung	INF-ALG-25	Sprache	englisch deutsch
Turnus	nur im Wintersemester	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	Einrichtung	Institut für Betriebssysteme und Rechnerverbund
SWS / ECTS	4 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Sandor Fekete
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	56	Selbststudium (h)	94
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	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.		
Zu erbringende Studienleistung	1 Studienleistung: 50% der Hausaufgaben müssen bestanden sein		
Inhalte			
- Geometrische Probleme und Datenstrukturen - Triangulierung - Lokalisierung - Voronoi-Diagramme - Konvexe Hüllen - Bewegungsplanung für Roboter			
Qualifikationsziel			
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.			
Literatur			
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.			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Computational Geometry	3,0	Vorlesung/Übung	englisch
Literaturhinweise			
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.			
LV-Informatik (18)	1,0	Übung	englisch
Computational Geometry	1,0	kleine Übung	englisch
Literaturhinweise			
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.			

Modulname	Approximation Algorithms		
Nummer	4227270	Modulversion	V2
Kurzbezeichnung	INF-ALG-27	Sprache	englisch deutsch
Turnus	SSem alle 2 Jahre	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	Einrichtung	Institut für Betriebssysteme und Rechnerverbund
SWS / ECTS	4 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Sandor Fekete
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	56	Selbststudium (h)	94
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	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.		
Zu erbringende Studienleistung	1 Studienleistung: 50% der Hausaufgaben müssen bestanden sein		
Inhalte			
- NP-Vollständigkeit - Approximationsbegriff - Vertex Cover - Set Cover - Scheduling - Packprobleme - Geometrische Probleme - Fallstudien aus der aktuellen Forschung			
Qualifikationsziel			
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.			
Literatur			
- Vijay V. Vazirani: Approximation Algorithms. 1st edition. Springer Verlag, 2001. - Dorit Hochbaum: Approximation Algorithms for NP-hard Problems. Course Technology Inc, 1996.			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Approximation Algorithms	3,0	Vorlesung/Übung	englisch deutsch
Literaturhinweise			
- Vijay V. Vazirani: Approximation Algorithms. 1st edition. Springer Verlag, 2001. - Dorit Hochbaum: Approximation Algorithms for NP-hard Problems. Course Technology Inc, 1996.			
Approximation Algorithms	1,0	kleine Übung	englisch deutsch

Modulname	Seminar Data Science - Section Computer Science		
Nummer	4299990	Modulversion	
Kurzbezeichnung	INF-STD-99	Sprache	englisch
Turnus	in jedem Semester	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	Einrichtung	
SWS / ECTS	3 / 5,0	Modulverantwortliche/r	
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 Referat		
Zu erbringende Studienleistung			
Zusammensetzung der Modulnote	Die Note wird abhängig von der aktiven Teilnahme am Seminar und der Qualität des Vortrages und einer eventuell begleitenden Ausarbeitung bestimmt.		
Inhalte			
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.			
Qualifikationsziel			
- Die Studierenden können sich selbstständig in ein wissenschaftliches Thema einarbeiten. - Sie können dieses Thema im Rahmen aufbereiten und in einer Präsentation vorstellen. - Die Studierenden beherrschen adäquate Präsentationstechniken und rhetorische Fähigkeiten.			
Literatur			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Seminar Theoretische Informatik (Master)	3,0	Seminar	englisch
Literaturhinweise			
Die Literaturquellen variieren - je nach gewähltem Seminarthema.			

Seminar Datenbanken und Informationssysteme	3,0	Seminar	englisch deutsch
Literaturhinweise			
Die Literaturquellen variieren - je nach gewähltem Seminarthema.			
Seminar Computergraphik (Master)	3,0	Seminar	englisch deutsch
Seminar Computer Vision (Master)	3,0	Seminar	englisch
Literaturhinweise			
Die Literaturquellen variieren, je nach gewähltem Thema.			
Seminar Medizinische Informatik (Master)	3,0	Seminar	englisch
Seminar Data Science in Biomedicine (Master)	3,0	Seminar	englisch
Seminar Softwaretechnik und Fahrzeuginformatik (Bachelor)	3,0	Seminar	englisch deutsch
Literaturhinweise			
Die Literaturquellen variieren - je nach gewähltem Seminarthema.			
Seminar Verlässliche Systemsoftware (Master)	3,0	Seminar	englisch
Seminar Algorithmik (Master)	3,0	Seminar	englisch deutsch
Literaturhinweise			
Die Literaturquellen variieren - je nach gewähltem Seminarthema.			
Seminar Artificial Intelligence	3,0	Seminar	deutsch
Literaturhinweise			
Die Literaturquellen variieren - je nach gewähltem Seminarthema.			
Seminar Bioinformatik (Master)	3,0	Seminar	deutsch
Literaturhinweise			
Die Literaturquellen variieren - je nach gewähltem Seminarthema.			
Seminar Softwaretechnik und Fahrzeuginformatik (Master)	3,0	Seminar	englisch deutsch
Literaturhinweise			
Die Literaturquellen variieren - je nach gewähltem Seminarthema.			

Seminar Informationssysteme (Master)	3,0	Seminar	englisch
Literaturhinweise			
Die Literaturquellen variieren, je nach gewähltem Thema.			

Seminar Künstliche Intelligenz (Master)	3,0	Seminar	englisch
Literaturhinweise			
Die Literaturquellen variieren, je nach gewähltem Thema.			

Modulname	Graphs, Geometry, and Algorithms		
Nummer	4227300	Modulversion	V2
Kurzbezeichnung		Sprache	englisch
Turnus	Unregelmäßig	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1 Semester	Einrichtung	
SWS / ECTS	3 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Sandor Fekete
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	Klausur, 90 Minuten, oder mündliche Prüfung, 30 Minuten oder Take-Home-Exam		
Zu erbringende Studienleistung	50% der Hausaufgaben müssen erfolgreich absoilviert werden		
Inhalte			
Zeichnungen von Graphen, planaren Graphen, Federeinbettungen, Kontaktdarstellungen, Morphen, Sichtbarkeitsgraphen, Schnittpunktgraphen, Fallstudien aus der aktuellen Forschung.			
Qualifikationsziel			
Die Absolventen dieses Moduls kennen verschiedene geometrische Darstellungen von Graphen. Sie können die algorithmische Komplexität der Berechnung solcher Darstellungen abschätzen oder entscheiden, ob eine solche Darstellung existiert. Sie verstehen, wie solche Darstellungen helfen können, ansonsten schwierige Probleme zu lösen und sind in der Lage, algorithmische Methoden für neue Probleme zu entwickeln. In vielen Kontexten ist es nützlich, in Graphen organisierte Daten zu visualisieren. Zu diesem Zweck werden Ansätze aus der Algorithmik, der Graphentheorie und der algorithmischen Geometrie zusammengeführt. Dieser Kurs wird in englischer Sprache abgehalten. Die Studierenden sind aufgefordert (aber nicht verpflichtet), auch in den Übungen und Prüfungen Englisch zu verwenden.			
Literatur			
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			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Graphs, Geometry, and Algorithms	3,0	Vorlesung/Übung	englisch

Modulname	Fundamentals of High-Performance Computing for CFD simulations		
Nummer	2518000010	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	englisch
Turnus	nur im Sommersemester	Fakultät	Fakultät für Maschinenbau
Moduldauer	1	Einrichtung	Institut für Flugantriebe und Strömungsmaschinen
SWS / ECTS	3 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Jens Friedrichs
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 Prüfungsleistung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min)		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
Dieses Modul behandelt den Softwareentwicklungsprozess von High-Performance Computing (HPC)-Anwendungen (CFD-Simulationen) sowie deren effiziente Automatisierung in Linux-Umgebungen. Folgende Teilaspekte werden behandelt: 1. Einführung in Unix und Linux-Systeme im HPC-Kontext 2. Grundlegende Shell-Kommandos und erweiterte Unix-Werkzeuge 3. Kennenlernen von Shell-basierte Editoren 4. Automatisierung mithilfe von Shell-Skripten 5. Einführung in die Programmiersprache C++ (kompilieren, testen, debuggen) 6. Werkzeuge zur Versionsverwaltung und Automatisierung von verteilter Softwareentwicklung 7. Grundlagen der Parallelisierung			
Qualifikationsziel			
Durch den Besuch der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage: • Die Grundlagen des Linux-Betriebssystems und Unix-tools zu kennen und einzusetzen • Den Ablauf von HPC-Prozessen mittels Shell-Skripten zu automatisieren • Programme in C++ zu schreiben, zu kompilieren und zu debuggen • Die Schritte Kompilieren, Testen und Ausführen zu automatisieren • Den Entwicklungsprozess von Programmcode mittels geeigneter Software zu strukturieren			
Literatur			
1. "Introducing UNIX and Linux", M. Joy, S. Jarvis, M. Luck, Springer 2002, https://doi.org/10.1007/978-0-230-80245-2 2. „Keine Angst vor Linux/Unix - Ein Lehrbuch für Linux- und Unix-Anwender“, C. Wolfinger, Springer 2013, https://doi.org/10.1007/978-3-642-32079-8 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



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Fundamentals of High-Performance Computing for CFD simulations	3,0	Vorlesung/Übung	englisch

Modulname	Software Product Lines		
Nummer	4220000020	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	englisch deutsch
Turnus	Unregelmäßig	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	Einrichtung	
SWS / ECTS	4 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Thomas Thüm
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	56	Selbststudium (h)	94
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Grundlegende Kenntnisse in Logik (insb. Aussagenlogik) und Softwaretechnik (insb. Vorgehensmodelle, UML Klassendiagramme, Entwurfsmuster) sowie Programmiererfahrung (z.B. in Java) werden vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 Prüfungsleistung: Klausur oder Klausur+ (90 Minuten) oder mündliche Prüfung oder mündliche Prüfung+ (20 Minuten)Klausur+ (90 Minuten), oder mündliche Prüfung+ (20 Minuten) oder Take-Home-Examen		
Zu erbringende Studienleistung	1 Studienleistung: Lösen von vorlesungsrelevanten Hausaufgaben		
Inhalte			
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. Die Veranstaltung umfasst folgende Inhalte: • Einführung zu Software-Variabilität und inhärenter Herausforderungen • Modellierung und Analyse der angestrebten Variabilität • Implementierung von Variabilität zur Laufzeit (z.B. Konfigurationsoptionen) und zur Kompilierungszeit (z.B. Clone-and-Own) • Implementierung von Software-Produktlinien: • Implementierung von Features mit Hilfe von Conditional Compilation (z.B. Präprozessoren und Build-Systemen) • Modulare Implementierung von Features (z.B. Komponenten, Services und Plug-Ins) • Grenzen der Objektorientierung und Erweiterungen der Objektorientierung (z.B. Feature-Module, Aspekte) • Entwurfsmuster für Software-Variabilität • Vorgehensmodelle für den Einsatz und zur Entwicklung von Software-Produktlinien • Probleme und der Umgang mit Feature-Interaktionen • Methoden zur statischen und dynamischen Qualitätssicherung von Software-Produktlinien • Aktuelle Themen aus Forschung und Praxis			
Qualifikationsziel			
Studierende sind in der Lage • Grenzen traditioneller Programmierstechniken bzgl. der Entwicklung von variabler Software zu benennen. • Modellierung, Analyse und Konfiguration von Variabilität in Software-Produktlinien zu beschreiben. • verschiedene Implementierungstechniken für die Entwicklung von Software-Produktlinien anzuwenden.			

- die Eignung von vorgestellten Programmiertechniken 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 Thuemmel, Reimar Schröter, Fabian Benduhn, Thomas Leich, Gunter Saake; Springer, 2017

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

Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Software Product Lines	4,0	Vorlesung/Übung	englisch deutsch

Modulname	Machine Learning for Data Science		
Nummer	4229000050	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	englisch deutsch
Turnus	Unregelmäßig	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	Einrichtung	
SWS / ECTS	4 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Michel Besserve
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Die Vorlesungen und Übungen verlangen gute Kenntnisse in den Bachelor-Kursen „Lineare Algebra“ und „Analysis“, und ein Hintergrundwissen über Wahrscheinlichkeitstheorie und die Programmiersprache Python wird empfohlen.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 Prüfungsleistung: Klausur, 90 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 Minuten oder Take-Home-Exam		
Zu erbringende Studienleistung	1 Studienleistung: 50% der Hausaufgaben müssen bestanden sein		
Inhalte			
- Supervised Learning Algorithms - Model Selection - Unsupervised Learning Algorithms - Deep Neural network architectures for data science - Self-supervised learning and foundation models - Uses and limitations of ML in data science projects			
Qualifikationsziel			
Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls sollten die Studierenden in der Lage sein - grundlegende Konzepte des Entwurfs von Algorithmen des maschinellen Lernens zu verstehen und korrekt anzuwenden, - elementare Werkzeuge zur Analyse der Leistung von maschinellen Lernverfahren zu beherrschen, - die am besten geeigneten ML-Ansätze für eine bestimmte Anwendung zu identifizieren.			
Literatur			
- Machine Learning, A Probabilistic Perspective, Murphy, 2012 - Deep Learning, Goodfellow et al., 2016 - Mathematics for Machine Learning, Deisenroth et al., 2020			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Machine Learning for Data Science	3,0	Vorlesung/Übung	englisch

Modulname	Constraint Solving		
Nummer	4220000040	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	englisch deutsch
Turnus	Unregelmäßig	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	Einrichtung	
SWS / ECTS	4 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Thomas Thüm
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	56	Selbststudium (h)	94
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Der vorherige Abschluss von "Einführung in die Logik" oder einer vergleichbaren Veranstaltung wird empfohlen.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 Prüfungsleistung: Klausur oder Klausur+ (90 Minuten) oder mündliche Prüfung oder mündliche Prüfung+ (20minuten) oder Take-Home-Examen		
Zu erbringende Studienleistung	1 Studienleistung: Lösen von vorlesungsrelevanten Hausaufgaben		
Inhalte			
• Erweitertes Verständnis für Erfüllbarkeitsprobleme • Erweitertes Verständnis für Aussagenlogik • Weiterführende Logiken (z.B. Constraint Programming oder SMT) • Weiterführende Logische Probleme (z.B. Model Counting) • Anwendungsgebiete von Constraint Solving • Reduktion von Praxisproblemen auf logische Probleme			
Qualifikationsziel			
Die Studierenden sollen Anwendungsmöglichkeiten der gelernten Techniken in der Praxis erkennen können. Die Studierenden sollen die Vor- und Nachteile verschiedener Techniken für eine gegebene Problemstellung abwägen können und mithilfe dieser Abwägung eine geeignete Lösung auswählen können. Die Studierenden sollen die Funktionsweise der gelernten Techniken grundlegend verstehen.			
Literatur			
Daniel Kroening, Ofer Strichman: Decision Procedures - An Algorithmic Point of View, Springer Verlag, 10. Auflage, IBSN 978-3-662-50496-3 Armin Biere, Marijn Heule, Hans van Maaren, Toby Walsh: Handbook of Satisfiability, 2. Auflage, 2021, IOS Press, ISBN 978-1-64368-160-3			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Constraint Solving	4,0	Vorlesung/Übung	deutsch

Modulname	AI Engineering		
Nummer	2424000050	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	englisch
Turnus	nur im Wintersemester	Fakultät	Fakultät für Elektrotechnik, Informationstechnik, Physik
Moduldauer	1	Einrichtung	Institut für Nachrichtentechnik
SWS / ECTS	4 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Tim Fingscheidt
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	56	Selbststudium (h)	94
Zwingende Voraussetzungen	Grundkenntnisse – theoretisch wie praktisch – im Bereich des maschinellen Lernens werden vorausgesetzt. Diese können beispielsweise in den Lehrveranstaltungen Mustererkennung / Pattern Recognition (2424102) und im Computerlabor Mustererkennung (2424133) erworben werden.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	Klausur 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten		
Zu erbringende Studienleistung	Laborpraktikum		
Inhalte			
- Foundation Models - Prompt Engineering - Retrieval-Augmented Generation - Agents - Finetuning - Legal and Ethical Aspects - Building Applications with Foundation Models			
Qualifikationsziel			
Die Studierenden sind in der Lage, den Aufbau, die Funktionsweise und die Anwendung von Foundation Models (großen, allgemein vortrainierten KI-Modellen) zu erklären und deren zentrale Komponenten wie Tokenisierung, Embeddings, Transformer-Architekturen und Trainingsverfahren darzustellen. Sie können Methoden wie Prompt Engineering, Retrieval-Augmented Generation, Finetuning und Agentensysteme anwenden, um KI-Modelle an spezifische Aufgabenstellungen anzupassen. Darüber hinaus sind sie in der Lage, technische Konzepte zu analysieren, geeignete Werkzeuge auszuwählen und unter Berücksichtigung rechtlicher und ethischer Rahmenbedingungen eigene KI-Anwendungen zu konzipieren und bewerten. In der begleitenden Rechnerübung setzen die Studierenden die vorgestellten Methoden praktisch um und vertiefen ihr Verständnis durch eigenständige Experimente und Implementierungen.			
Literatur			
- Vorlesungsfolien - Publikationen zu Schlüsseltechnologien			

- C. Huyen: „AI Engineering“, O'Reilly Media, 2025



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
AI Engineering	2,0	Vorlesung	englisch
Literaturhinweise			
- Vorlesungsfolien - Publikationen zu Schlüsseltechnologien - C. Huyen: „AI Engineering“, O'Reilly Media, 2025			
Computer Lab AI Engineering	2,0	Praktikum	englisch
Literaturhinweise			
- Vorlesungsfolien - Publikationen zu Schlüsseltechnologien - C. Huyen: „AI Engineering“, O'Reilly Media, 2025			

Methoden und Konzepte der Mathematik

Modulname	Algorithmen und Komplexität für Quantencomputer		
Nummer	1294480	Modulversion	V2
Kurzbezeichnung	MAT-STD7-4	Sprache	englisch deutsch
Turnus	Unregelmäßig	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	Einrichtung	
SWS / ECTS	3 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Studiendekan der Mathematik
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	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. Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zu erbringende Studienleistung	1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Inhalte			
- Mathematische und physikalische Grundlagen für Quantencomputer - Rechnermodell für Quantencomputer - Wichtige Algorithmen für Quantenrechnermodelle - Zusammenhang von Berechenbarkeit und Quantencomputern			
Qualifikationsziel			
Die Studierenden - verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung - verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden - können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren - beherrschen die Grundlagen zum Verständnis der Funktionsweise von Quantencomputern - kennen die algorithmischen Anwendungen dieser Funktionsweisen - kennen und verstehen die Bedeutung von Quantencomputermodellen für die Theorie der Berechenbarkeit			
Literatur			
wird in der Veranstaltung bekannt gegeben			



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

Modulname	Computeralgebra		
Nummer	1294470	Modulversion	V2
Kurzbezeichnung	MAT-STD7-4	Sprache	englisch deutsch
Turnus	Unregelmäßig	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	Einrichtung	
SWS / ECTS	6 / 10,0	Modulverantwortliche/r	Studiendekan der Mathematik
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	84	Selbststudium (h)	216
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	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.		
Zu erbringende Studienleistung	1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin. Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Inhalte			
- der euklidische Algorithmus - Faktorisieren von Polynomen über endlichen Körpern - Faktorisieren von Polynomen über $\mathbb{Z}$ und $\mathbb{Q}$ - Primzahltests und Faktorisieren von ganzen Zahlen - Ringe: Polynomring und Ideale - Gröbner Basen und S-Polynome - Buchberger's Algorithmus zur Berechnung von Gröbner-Basen - Anwendung in der algebraischen Lösung von nicht-linearen Gleichungssystemen - Symbolische Integration und symbolische Summation			
Qualifikationsziel			
Die Studierenden - verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung - verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden - können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren - verstehen die Grundbegriffe der Techniken der Computeralgebra in Theorie und Praxis, wie der Euklidische Algorithmus und Gröbner-Basen, deren Berechnung und Anwendung - verstehen die zahlentheoretischen und algebraischen Techniken und können diese analysieren und anwenden - können Faktorisierungen berechnen und Methoden zum Lösen nichtlinearer Gleichungssystemen und zum Arbeiten mit algebraischen Objekten anwenden und analysieren			
Literatur			
- Von zur Gathen, Gerhard, Modern Computer Algebra, Cambridge University Press - Adams, Loustauanau, An Introduction to Gröbner Basis, AMS, 1991			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache

Modulname	Diskrete Optimierung		
Nummer	1294460	Modulversion	V2
Kurzbezeichnung	MAT-STD7-4	Sprache	englisch deutsch
Turnus	nur im Wintersemester	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	Einrichtung	
SWS / ECTS	6 / 10,0	Modulverantwortliche/r	Studiendekan der Mathematik
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	84	Selbststudium (h)	216
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	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.		
Zu erbringende Studienleistung	1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin. Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Inhalte			
- Effizient lösbare Kombinatorische und ganzzahlige Optimierungsaufgaben - ganzzahlige Polyeder - Relaxation, Dualität und Dekomposition - NP-schwere kombinatorische Optimierungsaufgaben - NP-schwere ganzzahlige Optimierungsaufgaben - NP-schwere gemischt-ganzzahlige Optimierungsaufgaben - Branch & Bound, Branch & Cut - Dynamische Programmierung - Approximationsalgorithmen - Ausgewählte Anwendungen (Industrie, Wirtschaft, Informatik,...)			
Qualifikationsziel			
Die Studierenden - verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung - verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden - können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren - kennen und verstehen kombinatorische und diskrete Optimierungsprobleme - verstehen die Begriffe und Ergebnisse der Komplexitätstheorie - verstehen die wichtigen Sätze, Beweise und Verfahren der diskreten und kombinatorischen Optimierung und können diese anwenden und analysieren - kennen und verstehen allgemeine algorithmischer Prinzipien und Problemstrukturen - 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



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Diskrete Optimierung	6,0	Vorlesung/Übung	englisch
Literaturhinweise			
• 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			
Diskrete Optimierung	1,0	kleine Übung	englisch

Modulname	Dynamische Optimierung		
Nummer	1294450	Modulversion	V2
Kurzbezeichnung	MAT-STD7-4	Sprache	englisch deutsch
Turnus	nur im Sommersemester	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	Einrichtung	
SWS / ECTS	6 / 10,0	Modulverantwortliche/r	Studiendekan der Mathematik
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	84	Selbststudium (h)	216
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	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.		
Zu erbringende Studienleistung	1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin. Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Inhalte			
- Modellierung dynamischer Prozesse durch ODE und DAE - Theorie der Anfangswertprobleme bei gewöhnlichen Differentialgleichungen (ODE) und differentialalgebraischen (DAE) Gleichungen - Randwertprobleme, Lösung durch Einfachschieß- und Mehrzielverfahren - Modellierung und Transformation von Optimalsteuerungsproblemen - Das Prinzip von Bellmann Direkte, indirekte, sequentielle und simultane Ansätze, darunter beispielsweise das Pontryagin'sche Maximumprinzip, Einfachschießverfahren, Kollokationsverfahren, Mehrzielverfahren, dynamische Optimierung, die Hamilton-Jacobi-Bellman-Gleichung - Strukturen und deren Ausnutzung im direkten Mehrzielverfahren - Parameterschätzung und dynamischen Problemen - Das verallgemeinerte Gauß-Newton-Verfahren, lokale Kontraktion und Konvergenz - Statistik des verallgemeinerten Gauß-Newton-Verfahrens - Optimale Versuchsplanung - Modelldiskriminierung			
Qualifikationsziel			
Die Studierenden - verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung - verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden - können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren - 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 and 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.



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN

Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen

Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Dynamische Optimierung	6,0	Vorlesung/Übung	englisch
Dynamische Optimierung	2,0	kleine Übung	englisch

Modulname	Introduction to Quantum Information Theory		
Nummer	1294540	Modulversion	V3
Kurzbezeichnung	IntrQuantInfTH	Sprache	englisch deutsch
Turnus	SSem alle 2 Jahre	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	Einrichtung	
SWS / ECTS	4 / 6,0	Modulverantwortliche/r	Studiendekan der Mathematik
Arbeitsaufwand (h)	180		
Präsenzstudium (h)	56	Selbststudium (h)	124
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Grundkenntnisse der klassischen Informationstheorie werden empfohlen		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin bzw. des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann die Prüferin bzw. der Prüfer auch das Take-Home-Examen als Prüfungsform wählen. Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zu erbringende Studienleistung	1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin bzw. des Prüfers. Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Inhalte			
• Vektoren und Operatoren, • Zustände, Beobachtungsgrößen, Statistik, • Zusammengesetzte Systeme und Verschränkung, • Klassische Entropie und Information, • Der klassisch-quantische Kanal, • Quantenevolutionen und -kanäle, • Quantenentropie und Informationsquantitäten			
Qualifikationsziel			
Fach-/Methodenkompetenzen Die Studierenden verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung. Sie verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes und beherrschen die zugehörigen Methoden. Die Studierenden können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren. Sozialkompetenzen Soziale Kompetenzen werden insbesondere durch den fachlichen Austausch unter Studierenden gestärkt, etwa beim gemeinsamen Erarbeiten von Lösungsstrategien, beim Diskutieren mathematischer Konzepte oder beim kooperativen Umgang mit komplexen Problemstellungen. Selbstkompetenzen Die Studierenden eignen sich selbstständig neues Wissen und neue Perspektiven an und diskutieren mit anderen über die mathematischen Inhalte; erarbeiten Lösungen konzentriert, genau und zielgerichtet. Die Studierenden können in Hausaufgaben ihre Fähigkeiten zur Teamarbeit trainieren und verbessern, die			

Anforderungen des Moduls mit ihrem eigenen Vorwissen abgleichen und entsprechend Wissenslücken selbstständig schließen sowie ihren Lernfortschritt reflektieren und ihr Lernverhalten ggf. anpassen.

Literatur

- A. Holevo: Quantum Systems, Channels, Information, De Gruyter



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN

Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen

Das Modul "Introduction to Quantum Information Theory" besteht aus einer Vorlesung und aus einer Übung.

Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Introduction to Quantum Information Theory	3,0	Vorlesung/Übung	englisch deutsch
Introduction to Quantum Information Theory	1,0	kleine Übung	deutsch

Modulname	Inverse Probleme		
Nummer	1294430	Modulversion	V2
Kurzbezeichnung	MAT-STD7-43	Sprache	englisch deutsch
Turnus	Unregelmäßig	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	Einrichtung	
SWS / ECTS	3 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Studiendekan der Mathematik
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Kenntnisse in 'Einführung in die Numerik' werden vorausgesetzt. Kenntnisse in Funktionalanalysis sind hilfreich.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	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. Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zu erbringende Studienleistung	1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Inhalte			
• Kompakte Operatoren, Pseudo-Inverse • Regularisierungsmethoden, Ordnungsoptimalität • Tikhonov-Regularisierung, Landweberverfahren, CG-Verfahren • A-priori und a-posteriori Parameterwahl • ggf. nichtlineare Probleme oder konvexe variationale Regularisierung			
Qualifikationsziel			
Die Studierenden • verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung • verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden • können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren • kennen und verstehen den Begriff eines ""schlecht gestellten Problems"", Regularisierungsverfahren und deren Eigenschaften • können Methoden zur Bearbeitung schlecht gestellter Probleme verstehen, analysieren und anwenden und die mit dem Computer zur Berechnung von Regularisierungen einsetzen			
Literatur			
• Rieder, Keine Probleme mit Inversen Problemen, Vieweg, 2003 (deutsch) • Engl, Hanke, Neubauer, Regularization of Inverse Problems, Kluwer, 2000 (english)			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Inverse Probleme	3,0	Vorlesung/Übung	englisch
Literaturhinweise			
• Rieder, Keine Probleme mit Inversen Problemen, Vieweg, 2003 (deutsch) • Engl, Hanke, Neubauer, Regularization of Inverse Problems, Kluwer, 2000 (english)			
Inverse Probleme	1,0	Übung	englisch

Modulname	Kontinuierliche Optimierung in Data Science		
Nummer	1294420	Modulversion	V2
Kurzbezeichnung	MAT-STD7-4	Sprache	englisch deutsch
Turnus	Unregelmäßig	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	Einrichtung	
SWS / ECTS	3 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Studiendekan der Mathematik
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	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. Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zu erbringende Studienleistung	1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Inhalte			
- Linear and Nonlinear Regression - Matrix Completion - Low Rank Parameterization - Nonnegative Matrix Factorisation - Sparse Inverse Covariance - Sparse Principal Component Analysis - Nichtlineare Support Vector Machines - Logistic Regression - Deep Learning - selected applications			
Qualifikationsziel			
Die Studierenden - verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung - verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden - können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren - erinnern und verstehen exemplarischer Aufgabenstellungen aus dem Bereich Data Science - beherrschen ausgewählte Problemlösefähigkeiten mit Mitteln der kontinuierlichen Optimierung und können diese anwenden - verstehen Theorie und Algorithmik der kontinuierlichen Optimierung im Zusammenhang mit statistischen Phänomenen der Datengrundlagen			
Literatur			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Kontinuierliche Optimierung in Data Science	3,0	Vorlesung/Übung	englisch
Kontinuierliche Optimierung in Data Science	1,0	Übung	englisch

Modulname	Maschinelles Lernen mit neuronalen Netzen		
Nummer	1294410	Modulversion	V2
Kurzbezeichnung	MAT-STD7-4	Sprache	englisch deutsch
Turnus	Unregelmäßig	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	Einrichtung	
SWS / ECTS	3 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Studiendekan der Mathematik
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)		Selbststudium (h)	
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	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. Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zu erbringende Studienleistung	1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Inhalte			
- Mehrschichtige neuronale Netze - Backpropagation-Algorithmus - Regularisierung - Stochastische Gradientenverfahren - Optimierungsmethoden zweiter Ordnung			
Qualifikationsziel			
Die Studierenden - verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung - verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden - können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren - kennen und verstehen neuronale Netze und können diese anhand mathematischer Größen und Begriffe charakterisieren - kennen verschiedene Einsatzgebiete und Anwendungen neuronaler Netze - kennen und verstehen Optimierungsmethoden für das Training neuronaler Netze und können diese anwenden			
Literatur			
- I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville, Deep Learning, MIT Press, 2017 - C. M. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006			



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

Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Maschinelles Lernen mit neuronalen Netzen	3,0	Vorlesung/Übung	englisch
Maschinelles Lernen mit neuronalen Netzen	1,0	kleine Übung	englisch

Modulname	Mathematical Foundations of Information Theory and Coding Theory		
Nummer	1294600	Modulversion	V3
Kurzbezeichnung	MathFoundInfThCodTh	Sprache	englisch deutsch
Turnus	WSem alle 2 Jahre	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1 Semester	Einrichtung	
SWS / ECTS	3 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Studiendekan der Mathematik
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 Prüfungsleistung in Form einer mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin bzw. des Prüfers. Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zu erbringende Studienleistung	1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben oder eines Vortrages nach Vorgabe der Prüferin bzw. des Prüfers. Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Inhalte			
• Kraft-Ungleichung und McMillans Theorem • Huffman-Kodierungen • Stochastische Prozesse • Entropie und Entropieraten • Das Shannon-McMillan-Breiman-Theorem • Universelle Kodierung und Lempel-Ziv-Kodierung • Ratenallokation			
Qualifikationsziel			
Fach-/Methodenkompetenzen Die Studierenden verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung. Sie verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden. Die Studierenden können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren und beherrschen die wesentlichen Grundlagen des Gebietes. Sie können einzelne Methoden in einen größeren Zusammenhang einordnen. Sozialkompetenzen Soziale Kompetenzen werden insbesondere durch den fachlichen Austausch unter Studierenden gestärkt, etwa beim gemeinsamen Erarbeiten von Lösungsstrategien, beim Diskutieren mathematischer Konzepte oder beim kooperativen Umgang mit komplexen Problemstellungen. Selbstkompetenzen Die Studierenden eignen sich selbstständig neues Wissen und neue Perspektiven an und diskutieren mit anderen über die mathematischen Inhalte; erarbeiten Lösungen konzentriert, genau und zielgerichtet. Die Studierenden können in Hausaufgaben ihre Fähigkeiten zur Teamarbeit trainieren und verbessern, die Anforderungen des Moduls mit ihrem eigenen Vorwissen abgleichen und entsprechend Wissenslücken selbstständig schließen sowie ihren Lernfortschritt reflektieren und ihr Lernverhalten ggf. anpassen.			
Literatur			

- M. Cover & J. A. Thomas, Elements of Information Theory, John Wiley & Sons



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.			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Mathematical Foundations of Information Theory and Coding Theory	3,0	Vorlesung/Übung	englisch deutsch

Modulname	Modellreduktion		
Nummer	1294500	Modulversion	V2
Kurzbezeichnung	MAT-STD7-5	Sprache	englisch deutsch
Turnus	Unregelmäßig	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	Einrichtung	
SWS / ECTS	6 / 10,0	Modulverantwortliche/r	Studiendekan der Mathematik
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	84	Selbststudium (h)	216
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	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, insbesondere ggf. die Ausgestaltung des eigenständig zu erstellenden Modul-Portfolios, gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zu erbringende Studienleistung	1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin. Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Inhalte			
- Numerische Verfahren zur Modellreduktion für zeitabhängige lineare und nichtlineare Systeme, insbesondere modales Abschneiden (Eigenwert-basierte Verfahren, Singulärwertzerlegung-basierte Verfahren) - Proper orthogonal decomposition (POD)/Karhunen-Loeve-Zerlegung - (discrete) empirical interpolation method ((D)EIM) - Reduzierte Basis Methoden für parameterabhängige Systeme - Greedy Verfahren, Zertifizierung, Anwendungen.			
Qualifikationsziel			
Die Studierenden - verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung - verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden - können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren - verstehen das Konzept der Modellreduktion und können es anwenden - kennen und verstehen die wichtigsten Verfahren der (nicht)linearen Modellreduktion - können die Verfahren analysieren und verstehen die grundlegenden Grenzen der Anwendbarkeit der Verfahren - können die Verfahren, die Güte und Optimalität der erreichbaren Approximation bewerten			
Literatur			
wird in der Veranstaltung bekannt gegeben			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Modellreduktion	2,0	Übung	englisch
Modellreduktion	4,0	Vorlesung/Übung	englisch
Literaturhinweise			
(de) wird in der Veranstaltung bekannt gegeben (en) will be announced in the lecture			

Modulname	Nichtnegativität und polynomielle Optimierung		
Nummer	1294380	Modulversion	V2
Kurzbezeichnung	MAT-STD7-3	Sprache	englisch deutsch
Turnus	Unregelmäßig	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	Einrichtung	
SWS / ECTS	6 / 10,0	Modulverantwortliche/r	Studiendekan der Mathematik
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	84	Selbststudium (h)	216
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	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.		
Zu erbringende Studienleistung	1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin. Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Inhalte			
- Klassische Nichtnegativität und Summen von Quadraten (SOS) - Semidefinite Optimierung: Bezug zu SOS, Momenten, Spektraedern - Positivstellensätze: Grundlage polynomieller Optimierung unter Nebenbedingungen - Polynomielle Optimierung in der Praxis: Software und Solver; Anwendungen; Theorie vs. Praxis Außerdem beispielsweise: - Tarski-Seidenberg Theorem und CAD - Stabilität und hyperbolische Optimierung - AGI-Formen - Bezüge zur theoretischen Informatik			
Qualifikationsziel			
Die Studierenden - verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung - verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden - können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren - kennen und verstehen die Kernaussagen der reell algebraischen Geometrie zu Nichtnegativität und deren Bezug zur polynomiellen Optimierung - kennen und verstehen die gängigen Methoden in der polynomiellen Optimierung in Theorie und Praxis			
Literatur			
- S. Basu, R. Pollack, M.F. Roy: "Algorithms in real algebraic geometry", Springer 2003. - G. Blekherman, P.A. Parrillo, 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.



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN

Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen

Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung		SWS	Art LVA	Sprache
-------------------------	--	-----	---------	---------

Nichtnegativität und polynomielle Optimierung		6,0	Vorlesung/Übung	englisch
---	--	-----	-----------------	----------

Literaturhinweise

- 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.

Nichtnegativität und polynomielle Optimierung		2,0	Übung	englisch
---	--	-----	-------	----------

Modulname	Numerische Lineare Algebra in Data Science		
Nummer	1294360	Modulversion	V2
Kurzbezeichnung	MAT-STD7-3	Sprache	englisch deutsch
Turnus	Unregelmäßig	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	Einrichtung	
SWS / ECTS	3 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Studiendekan der Mathematik
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	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. Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zu erbringende Studienleistung	1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Inhalte			
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. 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 Niedrigrangapproximationen von Matrizen, Methoden zur Lösung linearer Ausgleichsprobleme, die Singulärwertzerlegung sowie (nichtnegative) Matrixfaktorisierungen und Eigenwertalgorithmen thematisiert.			
Qualifikationsziel			
Die Studierenden - verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung - verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden - können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren - kennen und verstehen die Methoden der numerischen linearen Algebra im Bereich Data Mining - können Probleme in diesem Bereich analysieren und bewerten und selbstständig Lösungsansätze auf der Grundlage der in der Vorlesung behandelten Thematiken entwickeln			
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

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache

Modulname	Numerische Methoden und Lernen von Daten		
Nummer	1294350	Modulversion	V2
Kurzbezeichnung	MAT-STD7-3	Sprache	englisch deutsch
Turnus	Unregelmäßig	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	Einrichtung	
SWS / ECTS	6 / 10,0	Modulverantwortliche/r	Studiendekan der Mathematik
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)		Selbststudium (h)	
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	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.		
Zu erbringende Studienleistung	1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin. Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Inhalte			
- Randomisierte Methoden, wie etwa Matrix-Multiplikation, randomisierte Zerlegungen (QR, SVD), Rangbestimmung - Niedrigrangmethoden, Grundzüge des Compressed Sensing - Numerische Methoden für strukturierte Matrizen (FFT, Zirkulanten, Topelitz-Matrizen, Inizidenzmatrizen) und deren Anwendungen - Grundbegriffe der Stochastik und Optimierung, insbes. stochastic gradient descent method - Grundzüge der Methoden des Learnings, etwa Deep Learning - Umsetzung numerischer Methoden in einer Programmiersprache wie MATLAB			
Qualifikationsziel			
Die Studierenden - verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung - verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden - können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren - kennen und verstehen numerischer Methoden, die Eingang finden in Techniken im Bereich Data Science, etwa Deep Learning oder Machine Learning - kennen und verstehen Grundzüge des Machine Learnings, etwa Deep Neural Networks			
Literatur			
Gilbert Strang: Linear Algebra and Learning from Data, Wellesley – Cambridge Press, 2019			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache

Modulname	Optimierung in Maschinellem Lernen und Datenanalyse 1		
Nummer	1294340	Modulversion	V2
Kurzbezeichnung	MAT-STD7-3	Sprache	englisch deutsch
Turnus	Unregelmäßig	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1 Semester	Einrichtung	
SWS / ECTS	3 / 5,0	Modulverantwortliche/r	
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen	Es werden Kenntnisse aus Lineare Algebra, Analysis, Lineare und Kombinatorische Optimierung und aus Diskrete Optimierung sowie Grundkenntnisse im Bereich Wahrscheinlichkeitstheorie vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	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. Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zu erbringende Studienleistung	1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Inhalte			
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.			
Qualifikationsziel			
Die Studierenden - verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung - verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden - können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren - kennen und verstehen von Optimierungsmethoden für maschinelles Lernen und maschinelles Lernen in Algorithmen der Optimierung, insbesondere der diskreten Optimierung und Netzwerkoptimierung			
Literatur			
wird in der Veranstaltung bekannt gegeben			



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

Modulname	Statistisches und maschinelles Lernen		
Nummer	1294310	Modulversion	V2
Kurzbezeichnung	MAT-STD7-3	Sprache	englisch deutsch
Turnus	Unregelmäßig	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	Einrichtung	
SWS / ECTS	4 / 7,0	Modulverantwortliche/r	
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	56	Selbststudium (h)	154
Zwingende Voraussetzungen	Es werden Kenntnisse aus den Vorlesungen „Einführung Stochastik“ „Wahrscheinlichkeitstheorie“ und Grundkenntnisse über lineare Regression vorausgesetzt.		
Empfohlene Voraussetzungen	Grundkenntnisse im Programmieren mit R oder C++, Kenntnisse der Vorlesungen „Mathematische Statistik“ und „Nichtparametrik“ sind hilfreich, aber nicht notwendig.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	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. Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zu erbringende Studienleistung	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. Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Inhalte			
- Supervised Learning: Lineare Regression, Logistische Regression, Support Vector Machines, - Decision Trees, k-means, kernel smoothing methods, Random forests, Bagging und Boosting, Neuronale Netzwerke - Unsupervised Learning: Principal Component Analysis, Clustering - Modellanpassungen: Wahl der Glättungsparameter via cross validation oder Bootstrap			
Qualifikationsziel			
Die Studierenden - verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung - verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden - können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren - kennen und verstehen die grundlegenden Ideen und Methoden im Bereich des maschinellen und statistischen Lernens - können diese Methoden analysieren, bewerten und praktisch Anwenden			
Literatur			
– G. James, D. Witten, T. Hastie, R. Tibshirani: „An Introduction to Statistical Learning“, Springer 2013 – T. Hastie, R. Tibshirani, J. Friedman: „The Elements of Statistical Learning“, Springer 2001 – K. Murphy: „Machine Learning – A probabilistic perspective“, The MIT Press, 2012			



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

Modulname	Fortgeschrittenenpraktikum		
Nummer	1294440	Modulversion	
Kurzbezeichnung	MAT-STD7-4	Sprache	englisch deutsch
Turnus	in jedem Semester	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	Einrichtung	
SWS / ECTS	6 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Studiendekan der Mathematik
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	84	Selbststudium (h)	66
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart			
Zu erbringende Studienleistung	1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben und/oder eines Portfolios. Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Inhalte			
[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. [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. 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. [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 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



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN

Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen

Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Fortgeschrittenenpraktikum Data Science	4,0	Übung	englisch deutsch
Fortgeschrittenenpraktikum Data Science	2,0	Vorlesung	englisch
Fortgeschrittenenpraktikum Statistisches Lernen	6,0	Vorlesung/Übung	englisch deutsch
Fortgeschrittenenpraktikum Statistisches Lernen	4,0	Übung	englisch deutsch
Fortgeschrittenenpraktikum Mathematische Optimierung	2,0	Vorlesung	englisch
Fortgeschrittenenpraktikum Mathematische Optimierung	4,0	Übung	englisch

Fortgeschrittenenpraktikum Numerik	2,0	Vorlesung	englisch deutsch
Fortgeschrittenenpraktikum Numerik	4,0	Übung	englisch

Modulname	Seminar Data Science - Section Mathematics		
Nummer	1296916850	Modulversion	
Kurzbezeichnung	MathSem	Sprache	englisch
Turnus	in jedem Semester	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer		Einrichtung	
SWS / ECTS	2 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Studiendekan der Mathematik
Arbeitsaufwand (h)	150 h		
Präsenzstudium (h)	28	Selbststudium (h)	122
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	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.		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
abhängig vom gewählten Seminar			
Qualifikationsziel			
• Erwerb von sozialen und beruflichen Kompetenzen, Schlüsselqualifikationen und Strategien zur Verhaltensänderung • Kompetenzen und Fähigkeiten in freier Rede, ausgewählten Gesprächstechniken und ausgewählten Moderations- und Präsentationstechniken • vertiefte Kenntnis von und Fähigkeit im Umgang mit Informations-/Kommunikationstechnologien • vertiefte Kenntnisse des Schreibens mathematisch-technischer Texte, Bibliographierens, Exzerprierens und der Informationsverwaltung, sowie Grundlagen • wissenschaftlicher Argumentation und wissenschaftlicher - Grundkenntnisse der Wissenschaftsgeschichte der Mathematik • vertiefte Kenntnisse gesellschaftlicher Bezüge der Fachwissenschaft Mathematik (wirtschaftliche, politische, soziale, ethische Bezüge) • Erwerb handlungsorientierter Fähigkeiten für die Kommunikation im beruflichen Alltag bei Präsentation, Vermittlung und Dokumentation von Inhalten.			
Literatur			
abhängig vom gewählten Seminar			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache

Master-Seminar Analysis	2,0	Seminar	englisch deutsch
Master-Seminar Mathematische Optimierung	2,0	Seminar	englisch
Master-Seminar Mathematische Stochastik	2,0	Seminar	deutsch
Master-Seminar Nichtnegativität und polynomielle Optimierung	2,0	Seminar	
Master-Seminar Numerik	2,0	Seminar	englisch
Master-Seminar Statistical Machine Learning	2,0	Seminar	englisch
Master-Seminar Reduced order modeling for computational fluid dynamics	2,0	Seminar	englisch deutsch
Seminar Dispersive partielle Differentialgleichungen	2,0	Seminar	englisch
Master-Seminar Statistical Learning	2,0	Seminar	englisch

Modulname	Mathematical Foundations of Data Science		
Nummer	1296916020	Modulversion	
Kurzbezeichnung	MathFound_DS	Sprache	englisch deutsch
Turnus	Unregelmäßig	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	Einrichtung	
SWS / ECTS	6 / 10,0	Modulverantwortliche/r	Studiendekan der Mathematik
Arbeitsaufwand (h)	300 h		
Präsenzstudium (h)	84	Selbststudium (h)	216
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Es werden Grundkenntnisse in 'Wahrscheinlichkeitstheorie/Statistik' vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	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. Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zu erbringende Studienleistung	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. Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Inhalte			
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. 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.			
Qualifikationsziel			
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 eine soliden theoretischen Hintergrund zur eigenständigen Forschung und Anwendung in den Bereichen Mathematik und Data Science.			

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

**ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN****Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen**

Das Modul "Mathematical Foundations of Data Science" besteht aus einer Vorlesung und einer Übung.

Anwesenheitspflicht**Titel der Veranstaltung****SWS****Art LVA****Sprache**

Mathematische Grundlagen Data Science

6,0

Vorlesung/Übung

englisch

Modulname	The Mathematics of Data Science		
Nummer	1296105420	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	englisch
Turnus	Unregelmäßig	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	Einrichtung	
SWS / ECTS	4 / 6,0	Modulverantwortliche/r	Studiendekan der Mathematik
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	56	Selbststudium (h)	154
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	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-Examen als Prüfungsform wählen. Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zu erbringende Studienleistung	1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin. Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Inhalte	Mathematical topics in data science such as dimension reduction (PCA and nonlinear reduction), clustering and community detection, and related mathematics, such as linear algebra (singular value decomposition etc.) and probability theory (limit theorems, concentration of measures etc.).		
Qualifikationsziel	Students learn basic concepts arising in the mathematical theory of data science and the use of mathematics in it, such as linear algebra, probability theory. Exercise sessions aim at reviewing basic mathematics used in lectures and covering some topics in the mathematical side of data science related to the course. Students are required to have basic knowledge and familiarity in linear algebra and probability theory.		
Literatur	Ten lectures and Forty-Two Open Problems in the Mathematics of Data Science (Afonso Bandeira) [https://people.math.ethz.ch/~abandeira/TenLecturesFortyTwoProblems.pdf]		



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
The Mathematics of Data Science	4,0	Vorlesung/Übung	englisch

Modulname	Computational Algebraic Geometry		
Nummer	1296000600	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	englisch
Turnus	Unregelmäßig	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	Einrichtung	
SWS / ECTS	6 / 10,0	Modulverantwortliche/r	Studiendekan der Mathematik
Arbeitsaufwand (h)	300 h		
Präsenzstudium (h)	84	Selbststudium (h)	216
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	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 die Prüferin bzw. der Prüfer auch das Take-Home-Examen als Prüfungsform wählen. Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zu erbringende Studienleistung	1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin. Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Inhalte			
Qualifikationsziel			
Literatur			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Das Modul "Computational Algebraic Geometry" 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	SWS	Art LVA	Sprache
Computational Algebraic Geometry	6,0	Vorlesung/Übung	deutsch
Computeralgebra (Computational Algebraic Geometry)	6,0	Vorlesung/Übung	englisch deutsch

Data Science in Anwendungen - Engineering

Modulname	Ökologische Modellierung		
Nummer	1116130	Modulversion	
Kurzbezeichnung	GEA-UA-13	Sprache	englisch deutsch
Turnus		Fakultät	
Moduldauer	1	Einrichtung	Abteilung für Land- schaftsökologie und Umweltsystemanalyse
SWS / ECTS	0 / 6,0	Modulverantwortli- che/r	Prof. Dr. Boris Schrö- der-Esselbach
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	60	Selbststudium (h)	120
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	Erstellung und Dokumentation von Rechnerprogrammen		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
[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 nichtparametrische Verfahren) Individuenbasierte Modellierung Erstellung von Verbreitungsmodellen in R (o. vergleichbarer Software) Erstellung von individuenbasierten Populationsmodellen mit NetLogo (o. vergleichbarer Software)			
Qualifikationsziel			
Die Studierenden kennen die zentralen Methoden der Verbreitungsmodellierung aus den Bereichen Stati- stik und machine learning. Sie kennen zudem die wichtigsten Ansätze zur Erstellung von Populationsmodel- len. Sie können beide Modellierungsmethoden zur Bearbeitung von geoökologischen und naturschutzbiolo- gischen Fragestelllungen verwenden und kennen die Vor- und Nachteile dieser Ansätze. Sie können Daten und Modelle visualisieren und interpretieren sowie zugrundeliegende Annahmen überprüfen und Parame- tersensitivitäten abschätzen.			
Literatur			
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.			



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

Modulname	Fundamentals of Turbulence Modeling		
Nummer	2512380	Modulversion	
Kurzbezeichnung	MB-ISM-38	Sprache	englisch
Turnus	nur im Sommersemester	Fakultät	Fakultät für Maschinenbau
Moduldauer	1	Einrichtung	Institut für Strömungsmechanik
SWS / ECTS	3 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. David Rival
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Dies ist ein Kurs für Fortgeschrittene im Bereich der Strömungsmechanik. Es wird dringend empfohlen, dass die Teilnehmer einen früheren Kurs in Strömungsmechanik oder CFD besucht haben.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 Prüfungsleistung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min bis 45 min)		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
- Numerische Simulationen von Fluidströmungen - Überblick numerische Ansätze für Turbulenzsimulationen (RANS, ..., LES, DNS) - RANS: Turbulenz Modellierung - LES: teilweise aufgelöste Skalen (Filterung, Modellierung nicht aufgelöster Skalen, Rand- und Anfangsbedingungen, Anforderungen an numerische Schemata und Auflösung) - Hybrid RANS-LES - Anwendungen Skalenauflösende Simulationen			
Qualifikationsziel			
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.			
Literatur			
- Turbulence Modeling for CFD, Third edition, by David C. Wilcox - Large Eddy Simulation for Incompressible Flows: An Introduction, P. Sagaut, 2005 - Computational Techniques for Fluid Dynamics, Volume I, Springer, 1997, C.A.J. Fletcher			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Fundamentals of Turbulence Modeling	3,0	Vorlesung/Übung	englisch

Modulname	Grundlagen des Küsteningenieurwesens		
Nummer	4398090	Modulversion	V1
Kurzbezeichnung		Sprache	deutsch
Turnus	nur im Wintersemester	Fakultät	
Moduldauer	1	Einrichtung	Abteilung Hydromechanik, Küsteningenieurwesen und Seebau
SWS / ECTS	0 / 6,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Nils Goseberg
Arbeitsaufwand (h)	180		
Präsenzstudium (h)	70	Selbststudium (h)	110
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	Klausur (90 Min.)		
Zu erbringende Studienleistung	Hausarbeit		
Inhalte			
-Einführung in das Küsteningenieurwesen (soziologische und ökologische Bedeutung des Küstenraumes, Aufgaben und Zukunft des Küsteningenieurs) -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 -Entstehung und Vorhersage von Gezeiten in Küstenbereich und Ästuaren, einschl. deren Sonderformen, Bedeutung und Nutzen; Entstehung und Vorhersage von Sturmflut und Bemessungswasserständen. -Einblick in den aktuellen Forschungsstand in vielfältigen Bereichen des Küsteningenieurwesens			
Qualifikationsziel			
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. 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 (Breckriterium) am vorgegebenen Planungsort berechnen. 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. Im Seminar werden die Studierenden in die Lage versetzt, wissenschaftlich zu recherchieren und Forschungsergebnisse aus aktuellen Publikationen angemessen darzustellen.			
Literatur			

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-Resource.
- 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.



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN

Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen

Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Seminar in Coastal Engineering	1,0	Seminar	englisch
Grundlagen des Küsteningenieurwesens	4,0	Vorlesung/Übung	englisch deutsch

Modulname	Introduction to Finite Element Methods		
Nummer	4398470	Modulversion	
Kurzbezeichnung	BAU-STD5-4	Sprache	deutsch
Turnus		Fakultät	Fakultät Architektur, Bauingenieurwesen und Umweltwissenschaften
Moduldauer	1	Einrichtung	
SWS / ECTS	0 / 5,0	Modulverantwortliche/r	
Arbeitsaufwand (h)	150 h		
Präsenzstudium (h)	56	Selbststudium (h)	94
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	Klausur (60 Min) oder mündl. Prüfung (30 Min)		
Zu erbringende Studienleistung	Hausarbeit		
Zusammensetzung der Modulnote	Prüfung 70%, Hausarbeit 30%		
Inhalte			
Finite Weggrößenelemente für 1D- und 2D-Strukturen, Elastizitäts- und Temperaturprobleme, Betrachtung des Gesamtsystems, Nachlaufrechnung, numerische Integration, isoparametrische Elemente, Programmier-Praktikum			
Qualifikationsziel			
Die Studierenden kennen mathematische Modelle für Festkörper und Strukturen des Ingenieurwesens, insbesondere Formulierungen für Stab-, Flächen- und Volumentragwerke. Sie sind in der Lage, Finite-Element-Modelle aufzustellen und geeignete Lösungsverfahren anzuwenden.			
Literatur			
- Bathe,K.J.: Finite-Elemente-Methoden, 2. Auflage, Springer, ISBN: 3540668063, Berlin, 2002 - Zienkiewicz,O.C.; Taylor,R.L.: The Finite Element Method, 6. Auflage, Butterworth Heinemann, ISBN: 0750663200, 2005 - Hughes,T.J.R.: The Finite Element Method - Linear Static and Dynamic Finite Element Analysis, Prentice-Hall Inc., ISBN: 0133170179, 1987 Introduction to Finite Element Methods: manuscript and extended textbook			



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

Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Introduction to Finite Element Methods	2,0	Übung	englisch
Introduction to Finite Element Methods	2,0	Vorlesung	englisch

Modulname	Deep Learning in Remote Sensing		
Nummer	4398860	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	englisch
Turnus	nur im Sommersemester	Fakultät	
Moduldauer	1	Einrichtung	Institut für Geodäsie und Photogrammetrie
SWS / ECTS	4 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Markus Gerke
Arbeitsaufwand (h)	150 h		
Präsenzstudium (h)	56	Selbststudium (h)	94
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Die Studierenden sollen im Wintersemester zunächst "Maschinelles Lernen" oder einen ähnlichen Kurs wie " Mustererkennung" und im Sommersemester "Deep Learning in Remote Sensing" belegen.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	Portfolio		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
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.			
Qualifikationsziel			
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.			
Literatur			
• Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems, Aurélien Géron, 2019. • Pattern Recognition and Machine Learning, Bishop, C. M. 2006 • Machine Learning with PyTorch and Scikit-Learn, Sebastian Raschka, Yuxi (Hayden) Liu, Vahid Mirjalili, 2022 • Deep Learning, Goodfellow, Y. Bengio, and A. Courville, MIT Press, 2016 • Deep Learning for Remote Sensing Images with Open Source Software, Rémi Cresson, CRC Press, 2020.			



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

Modulname	Machine Learning		
Nummer	4398870	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	englisch
Turnus	nur im Wintersemester	Fakultät	Fakultät Architektur, Bauingenieurwesen und Umweltwissenschaften
Moduldauer		Einrichtung	Institut für Geodäsie und Photogrammetrie
SWS / ECTS	4 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Markus Gerke
Arbeitsaufwand (h)	150 h		
Präsenzstudium (h)	56	Selbststudium (h)	94
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	Portfolio		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
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.			
Qualifikationsziel			
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.			
Literatur			
• Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems, Aurélien Géron, 2019. • Pattern Recognition and Machine Learning, Bishop, C. M. 2006 • Machine Learning with PyTorch and Scikit-Learn, Sebastian Raschka, Yuxi (Hayden) Liu, Vahid Mirjalili, 2022 Further information and material will be provided during the course.			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Machine Learning		Vorlesung	englisch
Literaturhinweise			
• Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems, Aurélien Géron, 2019. • Pattern Recognition and Machine Learning, Bishop, C. M. 2006 • Machine Learning with PyTorch and Scikit-Learn, Sebastian Raschka, Yuxi (Hayden) Liu, Vahid Mirjalili, 2022 Further information and material will be provided during the course.			
Machine Learning Lab	2,0	Übung	englisch

Modulname	Datengetriebene Material Modellierung		
Nummer	4398690	Modulversion	
Kurzbezeichnung	BAU-STD5-69	Sprache	englisch
Turnus		Fakultät	
Moduldauer	1	Einrichtung	Institut für Angewandte Mechanik
SWS / ECTS	4 / 6,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Henning Wessels
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	56	Selbststudium (h)	124
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	written exam (90 minutes) or oral exam (30 minutes).		
Zu erbringende Studienleistung	Term paper		
Inhalte			
Digital twin concept, principles of continuum mechanics, function regression, finite elements, neural networks, optimization algorithms, data-driven material modeling			
Qualifikationsziel			
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.			
Literatur			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Data-Driven Material Modeling	4,0	Vorlesung/Übung	englisch

Modulname	Experimental Fluid Dynamics		
Nummer	2512000030	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	englisch
Turnus	nur im Sommersemester	Fakultät	Fakultät für Maschinenbau
Moduldauer	1	Einrichtung	Institut für Strömungsmechanik
SWS / ECTS	3 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. David Rival
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	60	Selbststudium (h)	90
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	• Kenntnisse aus dem Bachelor-Studium bezüglich Strömungsmechanik, Physik und Elektrotechnik • Vertiefte Kenntnisse der Strömungsmechanik und der Aerodynamik der Flugzeuge		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 Prüfungsleistung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min)		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
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			
Qualifikationsziel			
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.			
Literatur			
1. H. Eckelmann: Einführung in die Strömungsmesstechnik, Teubner, 1997 2. W. Nitsche: Strömungsmesstechnik, Springer, 2005 3. C. Tropea, A. L. Yarin, J. F. Foss: Springer Handbook of Experimental Fluid Mechanics, Springer Verlag, 2007 4. H. Oertel sen., H.Oertel jun.: Optische Strömungsmesstechnik, G. Braun Verlag, Karlsruhe 1989 5. M. Raffel, C. Willert, J. Kompenhans: Particle Image Velocimetry, Springer Verlag, 1997 6. W. Merzkirch: Flow Visualization, Acad. Press Inc., 1987 7. Folienskript #Measurement methods in fluid mechanics#			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Experimental Fluid Dynamics	2,0	Vorlesung	englisch
Laboratory Experimental Fluid Dynamics	1,0	Labor	englisch

Data Science in Anwendungen - Bild- und Signalverarbeitung

Modulname	Mathematische Bildverarbeitung		
Nummer	1294300	Modulversion	V2
Kurzbezeichnung	MAT-STD7-3	Sprache	englisch deutsch
Turnus	Unregelmäßig	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	Einrichtung	
SWS / ECTS	6 / 10,0	Modulverantwortliche/r	Studiendekan der Mathematik
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	84	Selbststudium (h)	216
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	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.		
Zu erbringende Studienleistung	1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Inhalte			
- Interpolation und Abtasten, Histogramme - Lineare und Morphologische Filter Eine Auswahl aus den Themen: Frequenzmethoden, Abtasttheorem, Anwendungen von partielle Differentialgleichungen oder Variationsmethoden.			
Qualifikationsziel			
Die Studierenden - verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung - verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden - können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren - kennen und verstehen die Charakterisierung der Qualität eines Bildes durch mathematische Größen - kennen und verstehen die wichtigsten Grundaufgaben der Bildverarbeitung und verschiedene Methoden zu deren Lösung			
Literatur			
- Aubert, Kornprobst, Mathematical Problems in Image Processing, Springer, 2006 - Bredies, Lorenz, Mathematische Bildverarbeitung, Vieweg, 2011 - Bernd Jähne, Digitale Bildverarbeitung, Springer 2005 - Gilles Aubert und Pierre Kornprobst, Mathematical Problems in Image Processing, Springer 2006			

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



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Mathematische Bildverarbeitung	4,0	Vorlesung/Übung	englisch
Literaturhinweise			
• Aubert, Kornprobst, Mathematical Problems in Image Processing, Springer, 2006 • Bredies, Lorenz, Mathematische Bildverarbeitung, Vieweg, 2011 • Bernd Jähne, Digitale Bildverarbeitung, Springer 2005 • Gilles Aubert und Pierre Kornprobst, Mathematical Problems in Image Processing, Springer 2006 • Tony F. Chan und Jianghong Shen, Image Processing and Analysis: Variational, PDE, Wavelet and Stochastic Methods, SIAM, 2005			
Mathematische Bildverarbeitung	2,0	Übung	englisch

Modulname	Deep Learning for imaging in nano and quantum science		
Nummer	1520500	Modulversion	
Kurzbezeichnung	PHY-AP-50	Sprache	deutsch
Turnus	nur im Wintersemester	Fakultät	Fakultät für Elektrotechnik, Informationstechnik, Physik
Moduldauer	1	Einrichtung	
SWS / ECTS	3 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Uwe Rossow
Arbeitsaufwand (h)	0		
Präsenzstudium (h)	35	Selbststudium (h)	115
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	Project with presentation		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
- Advanced Python programming - Methods for obtaining images in nano and quantum science - Application of Deep Learning methods			
Qualifikationsziel			
- 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.			
Literatur			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Deep Learning for imaging in nano and quantum science	3,0	Vorlesung	englisch
Deep Learning for imaging in nano and quantum science	1,0	Übung	englisch

Modulname	Netzwerk-Informationstheorie		
Nummer	2424650	Modulversion	
Kurzbezeichnung	ET-NT-65	Sprache	englisch
Turnus	nur im Sommersemester	Fakultät	Fakultät für Elektrotechnik, Informationstechnik, Physik
Moduldauer	1	Einrichtung	
SWS / ECTS	4 / 6,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Eduard Jorswieck
Arbeitsaufwand (h)	180		
Präsenzstudium (h)	56	Selbststudium (h)	124
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	Klausur 90 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
Wiederholung Punkt-zu-Punkt Kanalkapazität und Codierungstheorem • Stark-typische Sequenzen und deren Eigenschaften • Vielfachzugriffskanal: Kapazitätsregion und Vergleich mit TDMA/FDMA/SDMA/NOMA • Broadcastkanal: degradierter BC Kapazitätsregion, nicht-degradierter BC erreichbare Ratenregion und Rückrichtung • Interferenzkanal: sehr starke, starke und schwache Interferenz Kapazitätsregion, mittlere Interferenz erreichbare Ratenregion und Rückrichtung • Relaiskanal: erreichbare Verfahren Amplify-and-Forward, Decode-and-Forward, Compress-and-Forward, Estimate-and-Forward Verallgemeinerung und Anwendung der Elemente auf komplexe Netzwerke			
Qualifikationsziel			
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.			
Literatur			
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.			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Netzwerk-Informationstheorie	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			
Netzwerk-Informationstheorie	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.			

Modulname	Sprachdialogsysteme (Spoken Language Processing)		
Nummer	2424680	Modulversion	
Kurzbezeichnung	ET-NT-68	Sprache	deutsch
Turnus	nur im Wintersemester	Fakultät	Fakultät für Elektrotechnik, Informationstechnik, Physik
Moduldauer	1	Einrichtung	
SWS / ECTS	4 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Tim Fingscheidt
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	56	Selbststudium (h)	94
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	Mündliche Prüfung 30 Minuten oder Klausur 90 Minuten (nach Teilnehmerzahl)		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
- Grundlagen der Sprachentstehung und Sprachwahrnehmung - Merkmalsextraktion - Hidden-Markoff-Modelle - Akustische Modelle und Sprachmodelle - Automatische Spracherkennung - Sprachdialogsysteme			
Qualifikationsziel			
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.			
Literatur			
- 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			
Hinweise			
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.			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Sprachdialogsysteme (Spoken Language Processing)	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			
Sprachdialogsysteme (Spoken Language Processing) (2013)	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			

Modulname	Grundlagen der Digitalen Signalverarbeitung		
Nummer	2424760	Modulversion	
Kurzbezeichnung	ET-NT-76	Sprache	deutsch
Turnus	in jedem Semester	Fakultät	Fakultät für Elektrotechnik, Informationstechnik, Physik
Moduldauer	1	Einrichtung	
SWS / ECTS	3 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Tim Fingscheidt
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	(DE)Prüfungsleistung: Klausur 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten(EN)Examination: Written exam, 120 minutes or oral examination 30 minutes		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
(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) # Multiraten-systeme (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			
Qualifikationsziel			
(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.			
Literatur			
- 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			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Digitale Signalverarbeitung	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			
Digitale Signalverarbeitung	1,0	Übung	deutsch
Literaturhinweise			
siehe Vorlesung			

Modulname	Digitale Signalverarbeitung		
Nummer	2424770	Modulversion	
Kurzbezeichnung	ET-NT-77	Sprache	deutsch
Turnus	nur im Sommersemester	Fakultät	Fakultät für Elektrotechnik, Informationstechnik, Physik
Moduldauer	1	Einrichtung	
SWS / ECTS	5 / 8,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Tim Fingscheidt
Arbeitsaufwand (h)	240		
Präsenzstudium (h)	70	Selbststudium (h)	170
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	(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 minutesCourse achievement: protocol to the laboratory experiments		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
(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) # Multiraten-systeme (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			
Qualifikationsziel			
(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.			
Literatur			
- 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



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Digitale Signalverarbeitung	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			
Rechnerübung zur digitalen Signalverarbeitung	2,0	Labor	deutsch
Literaturhinweise			
siehe Vorlesung			
Digitale Signalverarbeitung	1,0	Übung	deutsch
Literaturhinweise			
siehe Vorlesung			

Modulname	Computer Vision und Machine Learning		
Nummer	4216330	Modulversion	V2
Kurzbezeichnung	INF-CG-33	Sprache	
Turnus	nur im Sommersemester	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	Einrichtung	
SWS / ECTS	0 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Martin Eise-mann
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	56	Selbststudium (h)	94
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 Prüfungsleistung: Klausur, 90 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 Minuten oder Take-Home-Exam		
Zu erbringende Studienleistung	1 Studienleistung: 50% der Hausaufgaben müssen bestanden sein		
Inhalte			
- Feature Detektoren und Deskriptoren - Objekterkennung - Matting - Image Compositing und Editing - Dense Correspondences - Motion Capture - Kamerakalibrierung - Epipolar Geometrie - Stereo und Multi-View Rekonstruktion - Kameras und Scanner - Machine Learning für Computer Vision Probleme			
Qualifikationsziel			
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.			
Literatur			
- 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			

↑

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

Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Computer Vision und Machine Learning	4,0	Vorlesung/Übung	englisch deutsch
Literaturhinweise			
- 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			
Computer Vision und Machine Learning	2,0	Übung	englisch deutsch

Modulname	Biomedizinische Signal- und Bildanalyse		
Nummer	4217760	Modulversion	V2
Kurzbezeichnung	INF-MI-76	Sprache	englisch
Turnus	nur im Wintersemester	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	Einrichtung	Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik
SWS / ECTS	0 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Thomas Deserno
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	56	Selbststudium (h)	94
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Kenntnisse des Bachelormoduls "Bild- und Signalerzeugung in der Biomedizin" werden empfohlen		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder mündliche Prüfung (30 Minuten) oder experimentelle Arbeit oder Portfolio oder Take-Home-Exam		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
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.			
Qualifikationsziel			
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.			
Literatur			
- 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.



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Biomedizinische Signal- und Bildanalyse	4,0	Vorlesung/Übung	englisch
Literaturhinweise			
- 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.			
LV-Informatik 20	2,0	Übung	englisch

Modulname	Deep Learning in Remote Sensing		
Nummer	4398860	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	englisch
Turnus	nur im Sommersemester	Fakultät	
Moduldauer	1	Einrichtung	Institut für Geodäsie und Photogrammetrie
SWS / ECTS	4 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Markus Gerke
Arbeitsaufwand (h)	150 h		
Präsenzstudium (h)	56	Selbststudium (h)	94
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Die Studierenden sollen im Wintersemester zunächst "Maschinelles Lernen" oder einen ähnlichen Kurs wie " Mustererkennung" und im Sommersemester "Deep Learning in Remote Sensing" belegen.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	Portfolio		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
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.			
Qualifikationsziel			
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.			
Literatur			
• Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems, Aurélien Géron, 2019. • Pattern Recognition and Machine Learning, Bishop, C. M. 2006 • Machine Learning with PyTorch and Scikit-Learn, Sebastian Raschka, Yuxi (Hayden) Liu, Vahid Mirjalili, 2022 • Deep Learning, Goodfellow, Y. Bengio, and A. Courville, MIT Press, 2016 • Deep Learning for Remote Sensing Images with Open Source Software, Rémi Cresson, CRC Press, 2020.			



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

Modulname	Machine Learning		
Nummer	4398870	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	englisch
Turnus	nur im Wintersemester	Fakultät	Fakultät Architektur, Bauingenieurwesen und Umweltwissenschaften
Moduldauer		Einrichtung	Institut für Geodäsie und Photogrammetrie
SWS / ECTS	4 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Markus Gerke
Arbeitsaufwand (h)	150 h		
Präsenzstudium (h)	56	Selbststudium (h)	94
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	Portfolio		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
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.			
Qualifikationsziel			
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.			
Literatur			
• Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems, Aurélien Géron, 2019. • Pattern Recognition and Machine Learning, Bishop, C. M. 2006 • Machine Learning with PyTorch and Scikit-Learn, Sebastian Raschka, Yuxi (Hayden) Liu, Vahid Mirjalili, 2022 Further information and material will be provided during the course.			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Machine Learning		Vorlesung	englisch
Literaturhinweise			
• Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems, Aurélien Géron, 2019. • Pattern Recognition and Machine Learning, Bishop, C. M. 2006 • Machine Learning with PyTorch and Scikit-Learn, Sebastian Raschka, Yuxi (Hayden) Liu, Vahid Mirjalili, 2022 Further information and material will be provided during the course.			
Machine Learning Lab	2,0	Übung	englisch

Modulname	Computer Lab Mustererkennung		
Nummer	2424000020	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	englisch deutsch
Turnus	in jedem Semester	Fakultät	Fakultät für Elektrotechnik, Informationstechnik, Physik
Moduldauer	1	Einrichtung	Institut für Nachrichtentechnik
SWS / ECTS	4 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Tim Fingscheidt
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	56	Selbststudium (h)	94
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart			
Zu erbringende Studienleistung	Erstellung und Dokumentation eines Computer- bzw. Softwareprogramms		
Inhalte			
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: • Interaktive Einführung in die Grundlagen von Python mit Jupyter-Notebooks, Grundlagen der Datenverarbeitung, -aufbereitung und -visualisierung • 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 • 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 • Nutzung von Faltungsnetzwerken zur Lösung von anspruchsvolleren Bildverarbeitungs-Problemen wie der semantischen Segmentierung und der Tiefenschätzung, Nutzung von Regularisierungsmethoden im Training • Nutzung von vielfältigen Kostenfunktionen zur Optimierung von neuronalen Netzwerken, Implementierung von generativen Modellen wie Generative Adversarial Networks (GANs) • Nutzung von rekurrenten neuronalen Netzwerken zur Lösung von Problemen auf Basis von Zeitreihendaten, Anwendung von Konzepten zur Anomaliendetektion • Nutzung von rekurrenten neuronalen Netzwerken zur Sprachverarbeitung am Beispiel der Störgeräuschreduktion, Analyse von neuronalen Netzwerken in Bezug auf ihre Komplexität (FLOPs, Anzahl Parameter) 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).			
Qualifikationsziel			

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-Problemstellungen
- ... 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



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Computer Lab Mustererkennung	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			
Computer Lab Mustererkennung	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

Modulname	Immunmetabolismus		
Nummer	1398590 Bio-BB 31 / Bio-SB 31	Modulversion	
Kurzbezeichnung	BB 31 / SB 31	Sprache	englisch deutsch
Turnus	nur im Sommersemester	Fakultät	Fakultät für Lebenswissenschaften
Moduldauer	1	Einrichtung	
SWS / ECTS	8 / 10,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Karsten Hiller
Arbeitsaufwand (h)	300		
Präsenzstudium (h)	112	Selbststudium (h)	188
Zwingende Voraussetzungen	keine		
Empfohlene Voraussetzungen	keine		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	- Referat (1)		
Zu erbringende Studienleistung	- erfolgreiche Teilnahme am Seminar - Experimentelle Arbeit		
Zusammensetzung der Modulnote	Die Modulnote entspricht der Note der Prüfungsleistung.		
Inhalte			
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. 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. 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.			
Qualifikationsziel			
Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage - die Bedeutung des Stoffwechsels von Immunzellen während einer Infektion/Inflammation zu erläutern.			

- moderne analytische Techniken wie Isotopen Markierung, Massenspektrometrie und metabolische Flussanalyse anzuwenden.
- GC-MS Daten auszuwerten und zu interpretieren.
- den Energiestoffwechsel mit Hilfe von Respirationsmessungen 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.
- erfolgreich und eigenständig in einem Team zu arbeiten, ein Team zu organisieren und effizient mit verschiedenen Zielgruppen zu kommunizieren.
- selbstständig fortgeschrittene praktische und wissenschaftliche Arbeiten durchzuführen und experimentelle Daten zu analysieren.
- vertiefte Fremdsprachenkenntnisse (üblicherweise Englisch) anzuwenden.

Literatur



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN

Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen

Anwesenheitspflicht

Hinsichtlich der Praktika, Übungen, Seminare und Exkursionen besteht Anwesenheitspflicht.

Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Immunmetabolismus (Bio-BB 31, Bio-SB 31, AM-C-2)		Seminar	englisch deutsch
Immunmetabolismus (Bio-BB 31, Bio-SB 31, AM-C-2)		Praktische Übung	englisch deutsch

Modulname	CM-B-3 Aufklärung und Modellierung biologischer Strukturen		
Nummer	1498680	Modulversion	
Kurzbezeichnung	CHE-STD2-6	Sprache	deutsch
Turnus		Fakultät	Fakultät für Lebenswissenschaften
Moduldauer		Einrichtung	
SWS / ECTS	0 / 8,0	Modulverantwortliche/r	
Arbeitsaufwand (h)	240		
Präsenzstudium (h)		Selbststudium (h)	
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	Mündliche Prüfung+ (PL) nach BPO §5 (3) [Berücksichtigung SL zu 30 %]		
Zu erbringende Studienleistung	Experimentelle Arbeit (SL, benotet)		
Zusammensetzung der Modulnote	Experimentelle Arbeit (SL, benotet) Mündliche Prüfung+ (PL) nach BPO §5 (3) [Berücksichtigung SL zu 30 %]		
Inhalte			
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. 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. Praktikum: Selbständige Durchführung von Molekulardynamik-Simulationen für Biomoleküle			
Qualifikationsziel			
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.			
Literatur			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Biomolekulare Modellierungen	2,0	Vorlesung	englisch
Computerübung Biomolekulare Modellierungen	2,0	Übung	englisch
Projektpraktikum Biomolekulare Modellierungen	2,0	Praktikum	englisch

Modulname	Netzwerkbiologie		
Nummer	4217840	Modulversion	V2
Kurzbezeichnung	INF-MI-84	Sprache	englisch
Turnus	nur im Sommersemester	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	Einrichtung	Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik
SWS / ECTS	4 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Tim Kacprowski
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	56	Selbststudium (h)	94
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	Klausur, 90 Minuten, oder mündliche Prüfung, 30 Minuten oder Take-Home-Exam		
Zu erbringende Studienleistung	50% der Übungsaufgaben müssen bestanden sein		
Inhalte			
- Einstieg Graphentheorie - Biologische Netzwerke - Biologische Netzwerkdatenbanken - Statistische Netzwerkanalyse - Graphalgorithmen - Graph-basiertes Maschinelles Lernen			
Qualifikationsziel			
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 Netzwerkbiologie verwenden sowie Netzwerkanalysen fundiert bewerten und sind prinzipiell in der Lage neue Graph-basierte Methoden zur Auswertung biomedizinischer Daten zu entwickeln.			
Literatur			
wird noch bekanntgegeben			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache

Netzwerkbiologie	4,0	Vorlesung/Übung	englisch
Literaturhinweise			
wird noch bekanntgegeben			
Netzwerkbiologie	2,0	Übung	englisch

Modulname	Biophysikalische Chemie		
Nummer	1498670 CM-B-2	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	englisch
Turnus	nur im Wintersemester	Fakultät	Fakultät für Lebenswissenschaften
Moduldauer		Einrichtung	
SWS / ECTS	4 / 8,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Peter Jomo Walla
Arbeitsaufwand (h)	240		
Präsenzstudium (h)	66	Selbststudium (h)	174
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	Mündliche Prüfung oder Klausur (PL) nach BPO §5 (3)		
Zu erbringende Studienleistung	Bearbeitung von Übungsaufgaben (SL)		
Inhalte			
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. Übung: Selbständige Rechnungen und Beantwortung von Fragen mit Korrektur der Aufgaben durch Dozenten und Assistenten, Besprechung der Lösungswege in der Übung. 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			
Qualifikationsziel			
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.			
Literatur			

↑

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

Modulname	Biomolekulare Modellierungen		
Nummer	1499680 CM-B-3	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	englisch
Turnus	nur im Sommersemester	Fakultät	Fakultät für Lebenswissenschaften
Moduldauer	1 Semester	Einrichtung	
SWS / ECTS	6 / 8,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Christoph Jacob
Arbeitsaufwand (h)	240		
Präsenzstudium (h)	84	Selbststudium (h)	156
Zwingende Voraussetzungen	keine		
Empfohlene Voraussetzungen	keine		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	Mündliche Prüfung+ (PL) nach BPO §5 (3) [Berücksichtigung SL zu 30 %]		
Zu erbringende Studienleistung	Experimentelle Arbeit (SL, benotet)		
Zusammensetzung der Modulnote	siehe zu erbringende Prüfungsleistung		
Inhalte			
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. 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. Praktikum: Selbständige Durchführung von Molekulardynamik-Simulationen für Biomoleküle			
Qualifikationsziel			
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.			
Literatur			
Informationen in den Lehrveranstaltungen			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
keine			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Biomolekulare Modellierungen	2,0	Vorlesung	englisch
Computerübung Biomolekulare Modellierungen	2,0	Übung	englisch
Projektpraktikum Biomolekulare Modellierungen	2,0	Praktikum	englisch

Modulname	Fortgeschrittene Theoretische Chemie		
Nummer	1499170 AM-A-9	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	englisch
Turnus	Unregelmäßig	Fakultät	Fakultät für Lebenswissenschaften
Moduldauer		Einrichtung	
SWS / ECTS	6 / 8,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Christoph Jacob
Arbeitsaufwand (h)	240		
Präsenzstudium (h)	84	Selbststudium (h)	156
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	Mündliche Prüfung+ nach BPO §5 (3) [Berücksichtigung SL Übungsaufgaben zu 20 % und SL experimentelle Arbeit zu 20 %]		
Zu erbringende Studienleistung	Bearbeitung von Übungsaufgaben (SL, unbenotet) Experimentelle Arbeit (SL, benotet)		
Inhalte			
Vorlesung und Computerübung Fortgeschrittene Quantenchemie: Mathematische Grundlagen quantenchemischer Methoden, Hartree-Fock Theorie, Störungstheorie und Konfigurationswechselwirkung, Coupled-Cluster-Theorie, Dichtefunktionaltheorie. 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. 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. 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.			
Qualifikationsziel			
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.			
Literatur			

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	SWS	Art LVA	Sprache
Fortgeschrittene Quantenchemie	3,0	Vorlesung	englisch deutsch
Computerübung Fortgeschrittene Quantenchemie	1,0	Übung	englisch
Projektpraktikum Fortgeschrittene Quantenchemie	2,0	Praktikum	englisch

Modulname	Machine Learning in Computational Chemistry		
Nummer	1499180 AM-A-10	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	
Turnus	nur im Wintersemester	Fakultät	Fakultät für Lebenswissenschaften
Moduldauer		Einrichtung	
SWS / ECTS	6 / 8,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Jonny Proppe
Arbeitsaufwand (h)	240 h		
Präsenzstudium (h)	84	Selbststudium (h)	156
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart			
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
Qualifikationsziel			
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.			
Literatur			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Machine Learning in Computational Chemistry	3,0	Vorlesung	englisch
Computerübung Machine Learning in Computational Chemistry	1,0	Übung	englisch
Projektpraktikum Machine Learning in Computational Chemistry	2,0	Praktikum	englisch

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



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Theoretische Spektroskopie	3,0	Vorlesung	englisch deutsch
Computerübung Theoretische Spektroskopie	1,0	Übung	englisch
Projektpraktikum Theoretische Spektroskopie	2,0	Praktikum	englisch

Data Science in Anwendungen - Medizin

Modulname	Medizinisch-methodologisches Vertiefungsfach 1		
Nummer	4217720	Modulversion	V2
Kurzbezeichnung	INF-MI-72	Sprache	englisch deutsch
Turnus	nur im Wintersemester	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	Einrichtung	Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik
SWS / ECTS	0 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Thomas Deserno
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	56	Selbststudium (h)	94
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 Prüfungsleistung: mündliche Prüfung (30 Minuten) oder Erstellung und Dokumentation von Rechnerprogrammen oder Portfolioprüfung oder Take-Home-Exam		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
Exemplarische Kapitel der IT-gestützten klinischen Forschung mit direktem Bezug zur Medizinischen Informatik.			
Qualifikationsziel			
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 Datenschutzerfordernisse bei der elektronischen Verarbeitung von personenbezogenen Gesundheitsdaten in Deutschland erklären.			
Literatur			
- Roos-Pfeuffer, B.: Klinische Prüfung von Medizinprodukten: Ein Kommentar zu DIN EN ISO 14155. Beuth Verlag, 2015. ISBN-13: 978-3410241539			
- Schumacher, M.: Methodik Klinischer Studien: Methodische Grundlagen der Planung, Durchführung und Auswertung (Statistik und ihre Anwendungen). Springer Verlag, 2008. ISBN-13: 978-3540851356.			
- Gaus, W., Chase, D.: Klinische Studien: Regelwerke, Strukturen, Dokumente, Daten. DVMD Verlag, 2008. 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.



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Methodologie der Klinischen Forschung	4,0	Vorlesung/Übung	englisch deutsch
Literaturhinweise			
• 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			
Methodologie der Klinischen Forschung	2,0	Online-Übung	englisch deutsch

Modulname	Medizinisch-methodologisches Vertiefungsfach 2		
Nummer	4217730	Modulversion	V2
Kurzbezeichnung	INF-MI-73	Sprache	englisch deutsch
Turnus	Unregelmäßig	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	Einrichtung	Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik
SWS / ECTS	3 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Thomas Deserno
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 Klausur (90 min) oder 1 mündliche Prüfung (30 min) oder 1Portfolio oder 1 Take-at-Home-Exam		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
Das Kursangebot wird auf der Webseite des Instituts für Medizinische Informatik für jedes Semester bekannt gegeben.			
Qualifikationsziel			
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.			
Literatur			
wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Smart Living	2,0	Vorlesung	deutsch
Literaturhinweise			
will be announced in the course			

Smart Living	1,0	Übung	deutsch
--------------	-----	-------	---------

Modulname	Unfallinformatik		
Nummer	4217740	Modulversion	V2
Kurzbezeichnung	INF-MI-74	Sprache	englisch
Turnus	nur im Sommersemester	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	Einrichtung	Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik
SWS / ECTS	0 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Thomas Deserno
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	56	Selbststudium (h)	94
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder Portfolio oder Take-Home-Exam		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
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.			
Qualifikationsziel			
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.			
Literatur			
- World Health Organization (WHO)(2016): Global diffusion of eHealth: Making universal health coverage achievable. WHO. ISBN-13: 978-92-4-151178-0; URL: http://www.who.int/goe/publications/global_diffusion/en/ - World Health Organization (WHO): Global Status Report on Road Safety 2015. WHO. ISBN-13: 978-9241565066, URL: http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2015/en/ - World Health Organization (WHO). Data Systems: A road safety manual for decision-makers and practitioners. WHO ISBN-13: 978-9241598965, URL: http://www.who.int/roadsafety/projects/manuals/data/en/ - OECD (Ed)(2017): New Health Technologies: Managing Access, Value and Sustainability. OECD. ISBN-13: 978-9264266421. - Johannsen, H.(2013): Unfallmechanik und Unfallrekonstruktion. Grundlagen der Unfallaufklärung. 3.Auflage. Springer-Vieweg. ISBN-13: 978-3658015930. - Taschenmacher, R., Eifinger, W.(2014): Verkehrsunfallaufnahme. Unfallort – Tatort, Recht, Maßnahmen. 4. Auflage: Verlag Deutsche Polizeiliteratur. ISBN-13:978-3801106713.			

- 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>.



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Unfallinformatik	2,0	Vorlesung	englisch
Unfallinformatik	2,0	Übung	englisch

Modulname	Biomedizinische Signal- und Bildanalyse		
Nummer	4217760	Modulversion	V2
Kurzbezeichnung	INF-MI-76	Sprache	englisch
Turnus	nur im Wintersemester	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	Einrichtung	Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik
SWS / ECTS	0 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Thomas Deserno
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	56	Selbststudium (h)	94
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Kenntnisse des Bachelormoduls "Bild- und Signalerzeugung in der Biomedizin" werden empfohlen		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder mündliche Prüfung (30 Minuten) oder experimentelle Arbeit oder Portfolio oder Take-Home-Exam		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
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.			
Qualifikationsziel			
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.			
Literatur			
- 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.



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Biomedizinische Signal- und Bildanalyse	4,0	Vorlesung/Übung	englisch
Literaturhinweise			
- 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.			
LV-Informatik 20	2,0	Übung	englisch

Modulname	Assistierende Gesundheitstechnologien A		
Nummer	4217800	Modulversion	V2
Kurzbezeichnung	INF-MI-80	Sprache	englisch
Turnus	nur im Wintersemester	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	Einrichtung	Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik
SWS / ECTS	0 / 6,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Thomas Deserno
Arbeitsaufwand (h)	180		
Präsenzstudium (h)	56	Selbststudium (h)	124
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder mündliche Prüfung (30 Minuten) oder Portfolio oder Take-Home-Exam		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
- Versorgungsszenarien bei verschiedenen Krankheitsbildern - Sensorik und Datenanalyse - Informationssystemarchitekturen - Evaluation und Perspektiven einer veränderten Medizin - Ethische, rechtliche und soziale Aspekte von AGT			
Qualifikationsziel			
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.			
Literatur			
- Bardram JE, Mihailidis A, Wan D (Hrsg.). Pervasive Computing in Healthcare. Boca Raton, FL: CRC Press; 2006. - Haux R, Koch S, Lovell NH, Marschollek 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			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Assistierende Gesundheitstechnologien A (AGT A)	2,0	Vorlesung	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, Marschollek 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			
Assistierende Gesundheitstechnologien A	2,0	Übung	englisch

Modulname	Assistierende Gesundheitstechnologien B		
Nummer	4217810	Modulversion	V2
Kurzbezeichnung	INF-MI-81	Sprache	englisch
Turnus	nur im Sommersemester	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	Einrichtung	Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik
SWS / ECTS	0 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Thomas Deserno
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	56	Selbststudium (h)	94
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Vor der Teilnahme an AGT B sollte AGT A gehört werden.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder mündliche Prüfung (30 Minuten) oder Portfolio oder Take-Home-Exam		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten mit verschiedenen Sensoren			
Qualifikationsziel			
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.			
Literatur			
- 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.			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Assistierende Gesundheitstechnologien B (AGT B)	1,0	Vorlesung	englisch
Assistierende Gesundheitstechnologien B (AGT B)	3,0	Übung	englisch

Modulname	Ausgewählte Themen der Repräsentation und Analyse medizinischer Daten		
Nummer	4217880	Modulversion	V2
Kurzbezeichnung	INF-MI-88	Sprache	englisch deutsch
Turnus	nur im Wintersemester	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	Einrichtung	Peter L. Reichertz Institut für Medizinische Informatik
SWS / ECTS	0 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Reinhold Haux
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	Klausur (90 Minuten) oder mündliche Prüfung (30 Minuten), Portfolioprüfung oder Take-Home-Examen		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
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.			
Qualifikationsziel			
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.			
Literatur			
IMIA Yearbook of Medical Informatics [erscheint jährlich]			
Weitere Literatur wird jeweils aktuell bekannt gegeben			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Ausgewählte Themen der Repräsentation und Analyse medizinischer Daten	3,0	Vorlesung/Übung	englisch deutsch

Data Science in Anwendungen - Projektarbeit

Modulname	Projektarbeit Data Science		
Nummer	4299980	Modulversion	
Kurzbezeichnung	INF-STD-98	Sprache	englisch
Turnus	in jedem Semester	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer		Einrichtung	
SWS / ECTS	1 / 15,0	Modulverantwortliche/r	
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	14	Selbststudium (h)	436
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	Software-/Programmentwicklung und Bericht zu einem Data Science Projekt		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
Die Lehrinhalte sind abhängig von der konkreten Aufgabenstellung und werden teilweise aus dem Projektumfeld des anbietenden Dozenten entnommen. Sie können jährlich variieren.			
Qualifikationsziel			
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.			
Literatur			
Aktuelle Literatur für Ihre Projektarbeit erfragen Sie bitte bei Ihrem Betreuer.			

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

Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
--------------------------------	------------	----------------	----------------

Schlüsselqualifikationen und Ethik

Modulname	Ethics and Epistemology		
Nummer	4411440	Modulversion	
Kurzbezeichnung	GE-Phil-44	Sprache	englisch
Turnus	nur im Wintersemester	Fakultät	Fakultät für Geistes- und Erziehungswissenschaften
Moduldauer	1	Einrichtung	
SWS / ECTS	2 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Hans-Christoph Schmidt am Busch
Arbeitsaufwand (h)	Präsenzzeit: 30 h Selbststudium: 120 h Gesamtworkload: 150 h		
Präsenzstudium (h)	30	Selbststudium (h)	120
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	1 graded examination (Prüfungsleistung): written exam, 120 minutes		
Zu erbringende Studienleistung	1 non graded examination (Studienleistung): Protokoll, 2 pages		
Inhalte	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.		
Qualifikationsziel	The course: • provides a philosophical framework and moral compass for guiding the judgement of students regarding data science and its applications (artificial intelligence, robotics, etc.). • aims to develop communication skills, social and civic competences, • reassures students on the limits of machines, machinery settings, and machine ethics, • strengthens personal development in the light of digit(al)ization and related claims of social change. 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.		
Literatur	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		



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Ethics and Epistemology	2,0	Online-Seminar	englisch deutsch
Literaturhinweise			
Literatur: • Misselhorn, Catrin: Grundfragen der Maschinenethik, 3rd ed. 2018 • Anderson, Michael/Anderson, Susan Leigh (eds.): Machine Ethics, 2011 • Nagel, Thomas: What is it like to be a Bat? Englisch/Deutsch, Reclam 2016			

Modulname	Data Privacy & Data Governance		
Nummer	2216010	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	englisch
Turnus	Unregelmäßig	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer		Einrichtung	
SWS / ECTS	0 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Anne Paschke
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	Klausur, 60 Minuten, oder mündliche Prüfung, 20 Minuten, oder Hausarbeit oder Portfolio oder Take-Home-Examen		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
Ziel ist es, eine Sensibilität im Umgang mit Daten zu entwickeln, insbesondere wenn es sich um personenbezogene Daten handelt. 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.			
Qualifikationsziel			
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.			
Literatur			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Data Privacy & Data Governance	2,0	Vorlesung	deutsch

Modulname	Schlüsselqualifikationen		
Nummer	4298010	Modulversion	
Kurzbezeichnung	INF-STD2-0	Sprache	deutsch
Turnus	in jedem Semester	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer		Einrichtung	
SWS / ECTS	0 / 5,0	Modulverantwortliche/r	
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart			
Zu erbringende Studienleistung	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.		
Inhalte			
Verschiedene in den Wahlveranstaltungen des Gesamtprogramms			
Qualifikationsziel			
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.			
Literatur			
Wird von den jeweiligen Lehrenden bekannt gegeben			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache

Modulname	Scientific and Method-Oriented Working		
Nummer	4217000000	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	englisch
Turnus	nur im Sommersemester	Fakultät	
Moduldauer	1	Einrichtung	Department Informatik
SWS / ECTS	4 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Tim Kacprowski
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	Hausarbeit		
Zu erbringende Studienleistung	aktive Teilnahme an allen Gruppenarbeiten		
Inhalte			
- Philosophie der Wissenschaft - Literaturrecherche - Wissenschaftliches Zitieren - Projektplanung - Projektdokumentation - Wissenschaftliches Schreiben			
Qualifikationsziel			
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.			
Literatur			
wird in der Veranstaltung bekanntgegeben			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
Scientific and Method-Oriented Working		Praktikum	englisch

Modulname	Better Scientific Presentations and Writing		
Nummer	4217000020	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	englisch
Turnus	nur im Wintersemester	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	Einrichtung	
SWS / ECTS	4 / 5,0	Modulverantwortliche/r	
Arbeitsaufwand (h)	150		
Präsenzstudium (h)	42	Selbststudium (h)	108
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	Portfolioprfung		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte			
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. 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. 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.			
Qualifikationsziel			
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.			
Literatur			
wird in der Veranstaltung bekanntgegeben			



ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN			
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen			
Anwesenheitspflicht			
Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache

Better Scientific Presentations and Writing		Seminar	englisch
---	--	---------	----------

Masterarbeit

Modulname	Masterarbeit Data Science		
Nummer	4299970	Modulversion	
Kurzbezeichnung	INF-STD-97	Sprache	deutsch
Turnus	in jedem Semester	Fakultät	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer		Einrichtung	
SWS / ECTS	0 / 30,0	Modulverantwortliche/r	
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	1	Selbststudium (h)	899
Zwingende Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart	Schriftliche Ausarbeitung (Abschlussarbeit) Der Vortrag kann gemäß § 5 Absatz 7 BPO mit bis zu 3 von 30 Leistungspunkten in die Bewertung eingehen.		
Zu erbringende Studienleistung			
Inhalte	Die Inhalte sind abhängig von der konkreten Aufgabenstellung.		
Qualifikationsziel	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.		
Literatur			

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

Titel der Veranstaltung	SWS	Art LVA	Sprache
--------------------------------	------------	----------------	----------------

