Beschreibung des Studiengangs

Mathematik (Master)
PO 3

Datum: 08.04.2025

Inhaltsverzeichnis

Master Mathematik	
ECTS	120

Wahlbereich Mathematik

Modulname	Algebraische Geometrie		
Nummer	1295040	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	ALGGeo	**Sprache**	deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	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	Es werden Kenntnisse in Linearer Algebra vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 kanndie 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 oder des Prüfers. Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

In der algebraischen Geometrie werden geometrische Strukturen als die Menge aller Nullstellen von einer Menge von Polynomen definiert. Ziel dieser Theorie ist das Studium solcher Nullstellenmengen.
Algorithmen spielen hier eine wesentliche Rolle. Insbesondere wird in der Vorlesung der Buchberger Algorithmus vorgestellt. Dieser ist das grundlegende Hilfsmittel zum Lösen nicht-linearer Gleichungssysteme.

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter

Literatur

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen

Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Algebraische Geometrie				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		2,0	Vorlesung/Übung	englisch
Literaturhinweise				
(de) wird in der Veranstaltung bekannt gegeben				

Modulname	Algebraische Zahlentheorie		
Nummer	1295050	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	ALGZahlenTH	**Sprache**	deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	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			
Empfohlene Voraussetzungen	Es werden Kenntnisse in Linearer Alegbra und Algebra vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 kanndie 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 oder des Prüfers. Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

- Ringe ganzer Zahlen algebraischer Zahlkörper
- eindeutige Zerlegbarkeit ihrer Ideale in Primidealprodukte
- Endlichkeit ihrer Klassengruppen
- Struktur ihrer Einheitengruppen
- Anwendung auf binäre quadratische Formen und diophantische Gleichungen
- Geschichte der Zahlentheorie
- Zusammenhang mit anderen mathematischen Disziplinen

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter

Literatur

- E. Hecke: Algebraische Zahlen
- H. Koch: Zahlentheorie

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Algebraische Zahlentheorie				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		4,0	Vorlesung/Übung	deutsch

Titel der Veranstaltung				
Algebraische Zahlentheorie				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		2,0	Übung	deutsch

Modulname	Algorithmen zur Lösung der Euler und Navier-Stokes Gleichungen		
Nummer	1290400	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	MAT-STD7-07	**Sprache**	
Turnus		**Lehreinheit**	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer		**Einrichtung**	Department Mathematik
SWS / ECTS	3 / 5,0	**Modulverantwortliche/r**	
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	42	**Selbststudium (h)**	108
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Es werden Kenntnisse vorausgesetzt in 1) Numerischer Mathematik, 2) Numerische lineare Algebra, 3) Partielle Differentialgleichungen, 4) Programmiersprache C / C++.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 kanndie 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	Studienleistung: 1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

Im Rahmen der Vorlesung werden Algorithmen zur approximativen Lösung der Euler- und Navier-Stokes Gleichungen vorgestellt und untersucht. Ausgehend von bekannten Diskretisierungsschemata (z. B. finite Volumen Verfahren) liegt der Schwerpunkt auf der Diskussion impliziter Runge-Kutta Verfahren, die als Glätter in einem Mehrgitterverfahren verwendet werden. Zur Umsetzung dieser Verfahren werden notwendige Schritte wie Differentiation der diskretisierten Gleichungen, Struktur der Ableitungsmatrizen und iterative Verfahren zum approximativen Lösen der linearen Gleichungssysteme erörtert. Abschließend werden verschiedene Varianten der Algorithmen verglichen und deren Vor- und Nachteile angesprochen.

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter
- Umsetzung aus der numerischen Mathematik bekannte Algorithmen in die Praxis
- Kennenlernen von Netzdatenstrukturen
- Differentiation von diskretisierten Differential- und Integralgleichungen, und Umsetzung von deren Darstellungen in Programmiersprachen

Literatur
• Blazek, J.: Computational Fluid Dynamics: Principles and Applications • Vorlesungsskriptum (Englisch)/Lecture script

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Algorithmen zur Lösung der Euler und Navier-Stokes Gleichungen				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		3,0	Vorlesung/Übung	englisch

Titel der Veranstaltung				
Algorithmen zur Lösung der Euler und Navier-Stokes Gleichungen				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		1,0	Übung	englisch

Modulname	Algorithmische Spieltheorie		
Nummer	1295060	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	AlgorSpielTH	**Sprache**	englisch deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	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	Es werden Kenntnisse in "Linearer und Kombinatorischer Optimierung" vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

Ein Algorithmus ist die Umformung einer Zeichenkette nach vorgegebenen Regeln. Durch Analyse und Interpretation der Zeichenkette und der Umformungsregeln erhält so eine Umformung einen Sinn, zum Beispiel einen kürzesten Weg für eine Autofahrt zu berechnen. In der algorithmischen Spieltheorie untersucht man verschiedene Strukturen, in denen die Umformungsregeln die Entscheidungen eines oder mehrerer Handelnder (Spieler) darstellen, deren Entscheidungen sich gegenseitig beeinflussen. Ein Beispiel ist die Wahl der Routen für den morgendlichen Weg zur Arbeit, die - individuell gewählt - in den Stau führen kann.
Zu den in der Vorlesung behandelten Themen gehören Auktionen, Mechanism Design, Strategische Spiele, Kooperative Spiele, Gleichgewichte (insbesondere Nashgleichgewichte), Auslastungsspiele sowie Stable Marriage Probleme.

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter
- Beherrschen der Grundbegriffe der mathematischen Spieltheorie
- Kennenlernen von Gleichgewichtsbegriffen
- Kennenlernen von Mechanism Design
- Fähigkeit spieltheoretischer Verfahren zu entwerfen und zu analysieren

Literatur

Noam Nisan, Tim Roughgarden, Eva Tardos, Vijay V. Vazirani (Eds.), Algorithmic Game Theory, Cambridge University Press, 2007. Martin J. Osborne, An Introduction to Game Theory, Oxford University Press, 2004. Tim Roughgarden, Selfish Routing and the Price of Anarchy, MIT Press, 2005.

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Algorithmische Spieltheorie				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		2,0	Vorlesung/Übung	deutsch

Titel der Veranstaltung				
Algorithmische Spieltheorie				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		1,0	kleine Übung	deutsch

Modulname	Approximationsalgorithmen		
Nummer	1296000380	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung		**Sprache**	englisch deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	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	Es werden Kenntnisse in ,,Einführung in die Mathematische Optimierung” und ,,Lineare und kombinatorische Optimierung” vorausgesetzt. Kenntnisse aus der ,,Diskreten Optimierung’’ oder “Gemischt-Ganzzahligen Optimierung” sind hilfreich.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 kanndie 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 oder des Prüfers. Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

- Grundlagen der Komplexitätstheorie und diskreten/kombinatorischen Optimierung
- Begriffe Approximationsalgorithmus, PTAS, FTPAS
- Abgrenzung exakte Verfahren, Heuristiken, Approximationsverfahren
- Modellierung als (gemischt-)ganzzahlige Programme, LP-Relaxierungen
- Greedy-Algorithmen
- Rundungsverfahren basierend auf LP-Relaxierung (primal, dual)
- Primal-Duale Verfahren
- Randomisierte Approximationsalgorithmen, Derandomisierung
- Approximationserhaltende Reduktionen, Nicht-Approximierbarkeit

Qualifikationsziel

Die Studierenden erwerben Kenntnisse der Grundlagen der Theorie schwerer kombinatorischer Optimierungsprobleme und vertiefen ihre vertiefte Kenntnisse über deren effiziente approximative Lösung mit beweisbaren Gütegarantien. Sie beherrschen und verstehen verschiedene Ansätze zur Entwicklung und Analyse von Approximationsalgorithmen für schwere Probleme.

Literatur

- B. Korte, J. Vygen: Combinatorial Optimization
- V. V. Vazirani: Approximation Algorithms
- D. P. Williamson, D. B. Shmoys: The Design of Approximation Algorithms

Hinweise

Die begleitende Literatur ist in englischer Sprache verfasst.

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Approximationsalgorithmen				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		3,0	Vorlesung/Übung	englisch deutsch

Modulname	Assoziative Algebren		
Nummer	1295070	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	AssALG	**Sprache**	deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	**Einrichtung**	
SWS / ECTS	4 / 6,0	**Modulverantwortliche/r**	Studiendekan der Mathematik
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	56	**Selbststudium (h)**	124
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Es werden Kenntnisse in Lineare Algebra vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 Prüfungsmodalitäten Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte
[Assoziative Algebren] Inhalte: Es wird eine Einfuehrung in die Theorie der assoziativen Algebren geboten. Dabei werden viele Beispiele solcher Algebren vorgestellt, ihre Strukturtheorie betrachtet, sowie einfache, halbeinfache und nilpotente assoziative Algebren studiert.
Qualifikationsziel
- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik - Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik - Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden - Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter
Literatur
Pierce, Associative Algebras (Springer)

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Modulname	C*-Algebren		
Nummer	1295100	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	C*ALG	**Sprache**	deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	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	Für das Modul sind Kenntnisse in Funktionalanalysis wünschenswert.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 kanndie 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 oder des Prüfers. Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

- Definition und grundlegende Eigenschaften von C*-Algebren
- positive Elemente
- Zustände, Darstellungen
- Kommutative C*-Algebren
- GNS-Konstruktion

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter
- Beherrschen der Grundbegriffe der Theorie von C*-Algebren, wie positive Elemente, Zustände und Darstellungen
- Verständnis der Charakterisierung von C*-Algebren durch die GNS-Darstellung
- Kennenlernen von Anwendungen in der Quantenphysik

Literatur

- O. Bratelli & D. Robinson, „C*- and W*-Algebras and Quantum Statistical Mechanics“, Band 1, Springer-Verlag 1987

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Modulname	Computeralgebra		
Nummer	1295110	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	CompALG	**Sprache**	englisch deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	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			
Empfohlene Voraussetzungen	Es werden Kenntnisse in Linearer Algebra vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

- der euklidische Algorithmus
- Faktorisieren von Polynomen über endlichen Körpern
- Faktorisieren von Polynomen über Z und 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

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter

- Beherrschen der Grundbegriffe der Techniken der Computeralgebra in Theorie und Praxis, wie der Euklidische Algorithmus und Gröbner-Basen, deren Berechnung und Anwendung
- Kennenlernen von zahlentheoretischen und algebraischen Techniken und deren Anwendungen
- Fähigkeit zur Berechnung von Faktorisierungen, zum Lösen

nichtlinearer Gleichungssysteme und zum Arbeiten mit algebraischen Objekten
Literatur
- Von zur Gathen, Gerhard, Modern Computer Algebra, Cambridge University Press - Adams, Loustauanau, An Introduction to Gröbner Basis, AMS, 1991

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Computeralgebra (Computational Algebraic Geometry)				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		6,0	Vorlesung/Übung	englisch deutsch

Modulname	Darstellungstheorie		
Nummer	1295120	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	DarstTH	**Sprache**	deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	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	Es werden Kenntnisse in Linearer Algebra vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 kanndie 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 oder des Prüfers. Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

- Grundlagen über Algebren und Moduln
- Sätze von Schur, Maschke, Wedderburn
- Klassische Charaktertheorie: Charaktertafeln, Orthogonalitätsrelationen, induzierte Caraktere, Cliffordtheorie
- Der Satz von Burnside
- Modulare Darstellungstheorie

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter
- Kennenlernen der Grundbegriffe der Darstellungs- und Charaktertheorie
- Beherrschung der grundlegenden Techniken zur Berechnung von Charakteren
- Kennenlernen der Anwendungen der Charaktertheorie in der Gruppentheorie

Literatur

M. Isaacs: Character Theorie of finite groups

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Modulname	Differentialgeometrie		
Nummer	1295310	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	DiffGEO	**Sprache**	deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	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			
Empfohlene Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 kanndie 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 oder des Prüfers Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

- Riemannsche Mannigfaltigkeiten, Tangentialbündel, Vektorfelder, Lieklammer
- Affine Zusammenhänge, Paralleltransport
- Geodäten
- Gaußlemma
- Konvexität
- Vollständigkeit, Satz von Hopf und Rinow

Qualifikationsziel

- Exemplarische Vertiefung der im Grundlagenbereich und in den Aufbaubereichen erworbenen Kenntnisse
- Exemplarisches Kennenlernen eines oder mehrerer weiterer mathematischen Gebiete und damit Verbreiterung des eigenen Basiswissens
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung von Bezügen zwischen den Inhalten der verschiedenen mathematischen Bereiche
- Vertiefung von Anwendungen der theoretischen Inhalte durch deren konkrete quantitative Ausführung
- Verständnis der Grundkonzepte der Differentialgeometrie, wichtiger Beweismethoden und klassischer Beispiele

Literatur

- M. DoCarmo: Riemannian Geometry

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Modulname	Distributionen und Integraltransformationen		
Nummer	1295140	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	DistrIntTransf	**Sprache**	deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	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			
Empfohlene Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

Es wird eine Auswahl der folgenden Themen behandelt werden:
- Distributionen, temperierte Distributionen
- Rechnen mit Distributionen
- Fourier-Transformation, Fourier-Reihen
- Laplace-Transformation
- Anwendungen (z. Bsp. Partielle Differentialgleichungen oder Signalverarbeitung)
- weiterführende Themen

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung komplexer algorithmischer, numerischer und stochastischer Methoden
- Kennenlernen klassischer Anwendungen

Literatur

wird in der Vorlesung bekannt gegeben

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Distributionen und Integraltransformationen				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		6,0	Vorlesung/Übung	deutsch
Literaturhinweise				
(de) wird in der Vorlesung bekannt gegeben				

Titel der Veranstaltung				
Distributionen und Integraltransformationen				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		1,0	kleine Übung	deutsch

Modulname	Dynamische Systeme		
Nummer	1295320	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	DynSYT	**Sprache**	deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	**Einrichtung**	
SWS / ECTS	6 / 10,0	**Modulverantwortliche/r**	
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)		**Selbststudium (h)**	
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Es wird insbesondere das Wissen der Grundvorlesungen Analysis und Lineare Algebra vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

Es wird eine Auswahl der folgenden Themen behandelt:

- iterierte Abbildungen und diskrete Dynamik
- gewöhnliche Differentialgleichungen und kontinuierliche Dynamik
- Stabilität und Langzeitverhalten
- Chaos
- Bifurkationen
- asymptotische Methoden
- invariante Mannigfaltigkeiten
- Ausblick auf numerische Verfahren

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter

- Vertieftes Verständnis von linearen und nichtlinearen gewöhnlichen Differentialgleichungen
- Kennenlernen und Verstehen fundamentaler dynamische Konzepte (z. Bsp. Stabilität, Bifurkation, Chaos)

Literatur

wird in der Vorlesung bekannt gegeben

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Modulname	Elliptische Randwertprobleme		
Nummer	1295350	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	ElliptRWProbl	**Sprache**	deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	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			
Empfohlene Voraussetzungen	Es werden Kenntnisse in 'Partielle Differentialgleichungen' vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 kanndie 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 oder des Prüfers. Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

Es wird eine Auswahl der folgenden Themen behandelt:
- Hilberträume
- Lemma von Lax-Milgram
- Sobolevräume
- Einbettungssatz von Sobolev
- Kompaktheitssatz von Rellich
- Schwache Lösungen elliptischer PDGln.
- Numerische Verfahren, Finite Elemente
- Elliptische Regularitätstheorie
- Anwendungen in der Physik

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter
- Beherrschen der Grundbegriffe von Randwertproblemen, wie
Sobolevräume, Spurbildung und lokale Fortsetzung am Rand
- Verständnis des schwachen Lösungsbegriffs und des Aufbaus der elliptischen Regularitätstheorie
- Kennenlernen von Anwendungen in der Physik

Literatur
wird in der Vorlesung bekannt gegeben

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Modulname	Funktionalanalysis		
Nummer	1295380	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	Fktlana	**Sprache**	deutsch
Turnus	nur im Wintersemester	**Lehreinheit**	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			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 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.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

- Metrische Räume
- Normierte Vektorräume, Banachräume
- Satz von Baire und Anwendungen
- Satz von Hahn-Banach und Anwendungen
- Schwache Topologien auf Banachräumen
- Reflexivität, Dualität
- Lineare Operatoren
- Resolvente und Spektrum
- Hilberträume
- Lp-Räume, Sobolevräume
- Geschichte der Funktionalanalysis

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter
- Verständnis für Analysis in unendlich-dimensionalen Vektorräumen und dem Auftreten verschiedener Topologien
- Beherrschen von zentralen Aussagen der Funktionalanalysis, wie den Sätzen von Baire und von Hahn-Banach und ihren Konsequenzen

- Kennenlernen von für Anwendungen wichtigen Funktionenräumen und deren Eigenschaften

Literatur

- W. Rudin, Functional Analysis
- M. Reed and B. Simon, Methods of Modern Mathematical Physics, Vol I. Functional Analysis
- K. Yosida, Functional Analysis

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen

Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN

Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen

Das Modul "Funktionalanalysis" besteht aus einer Vorlesung und einer Übung.

Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung

Funktionalanalysis

Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
N.N. Dozent-Mathematik		4,0	Vorlesung/Übung	deutsch

Modulname	Ganzzahlige Programmierung und Polyedertheorie		
Nummer	1295410	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	GanzzProgPolyederTH	**Sprache**	deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	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	Es werden Kenntnisse in "Einführung in die Mathematische Optimierung" und "Lineare und kombinatorische Optimierung" vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 kanndie 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 oder des Prüfers. Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

- Grundlagen der Polyeder Theorie
- Linear Diophantische Gleichungssysteme
- Linear Diophantische Ungleichungssysteme
- Gitterbasen
- Totale Unimodularität
- Total duale Ganzzahligkeit
- Chvatal Abschluss

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter

- Kenntnis der Grundlagen der Theorie der Ganzzahligen Programme
- Kenntnis grundlegender Algorithmen zur ganzzahligen Optimierung
- Fähigkeit des aktiven Umgangs mit dieser Theorie

Literatur

Alexander Schrijver, Theory of linear and integer programming.

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Modulname	Geometrische Methoden der Mechanik		
Nummer	1295440	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	GeomMeth	**Sprache**	deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	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			
Empfohlene Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 kanndie 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 oder des Prüfers. Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

Auswahl aus den folgenden Themen
- Differenzierbare Mannigfaltigkeiten, Tangential und Kotangentialbündel
- Vektorfelder und Flüsse
- affine Zusammenhänge auf Mannigfaltigkeiten
- Riemannsche Mannigfaltigkeiten
- Liegruppen und –algebren; speziell die euklidische Bewegungsgruppe
- Lagrangesche Mechanik
- Einfache mechanische Kontrollsysteme
- Kinematik von Roboterarmen
- Plückerkoordinaten und Liniengeometrie
- Singularitäten von Robotern

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter

- Beherrschen differenzialgeometrischer Grundbegriffe und ihrer Anwendung in der klassischen Mechanik
- Verstehen des Zusammenhangs von Kinematik und ihrer Beschreibung durch Lie-Gruppen und - Algebren

Literatur
wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Modulname	Globale Analysis		
Nummer	1295300	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	GlobAna	**Sprache**	deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	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			
Empfohlene Voraussetzungen	Die Inhalte der Basismodule 'Analysis 1 und 2' und 'Lineare Algebra' werden vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

- Differenzierbare Mannigfaltigkeiten und Orientierbarkeit • Differentialformen und Integration auf Mannigfaltigkeiten • Satz von Stokes
- de Rham–Kohomologie
- Riemannsche Mannigfaltigkeiten
- Anwendungen

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter
- Beherrschen der Grundbegriffe den Theorie der Mannigfaltigkeiten und Differenzialformen,
- Vertieftes Verständnis der Vektoranalysis durch ihre invarianten Formulierung sowie deren Anwendung in Technik und Naturwissenschaften
- Einblick in die Gebiete der Differenzialtopologie und Differenzialgeometrie

Literatur

wird in der Veranstaltung bekannt gegeben

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Modulname	Gruppentheorie		
Nummer	1296650	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung		**Sprache**	
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer		**Einrichtung**	
SWS / ECTS	6 / 10,0	**Modulverantwortliche/r**	Studiendekan der Mathematik
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	84	**Selbststudium (h)**	216
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Es werden Kenntnisse in Linearer Algebra vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 kanndie 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 oder des Prüfers. Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			
Inhalte			
- Grundlagen - Sätze von Cayley und Sylow - freie und endlich präsentierte Gruppen - Permutationsgruppen, (mehrfache) Transitivität und Primitivität - Nilpotente und auflösbare Gruppen			
Qualifikationsziel			
- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik - Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik - Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden - Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter - Beherrschen der Grundlagen der Gruppentheorie und ihrer Strukturtheorie wie zum Beispiel die Sätze von Cayley und Sylow - Beherrschen gruppentheoretischer Grundlagen und ihrer Darstellungtheorie - Kennenlernen von speziellen Arten von Gruppen wie zum Beispiel auflösbare, nilpotente und einfache Gruppen - Kennenlernen verschiedener Typen von Gruppen wie zum Beispiel endlich präsentierte Gruppen, Permutationsgruppen und Matrixgruppen			

Literatur
- D.J.S. Robinson: A course in the theory of groups - B. Huppert: Endliche Gruppen I

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Gruppentheorie				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		6,0	Vorlesung/Übung	deutsch
Literaturhinweise				
(de) • D. J. S. Robinson: A course in the theory of groups • B. Huppert: Endliche Gruppen I				

Titel der Veranstaltung				
Gruppentheorie				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		2,0	Übung	deutsch

Modulname	Harmonische Analysis		
Nummer	1296000390	**Modulversion**	
Kurzbezeichnung		**Sprache**	deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	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			
Empfohlene Voraussetzungen	Kenntnisse in Analysis 1-3 werden vorausgesetzt. Kenntnisse in Funktionalanalysis, Distributionentheorie und Fouriertransformation sind hilfreich, werden aber nicht vorausgesetzt. Das Modul bietet sich auch als ergänzende Veranstaltung für Physiker (Bachelor oder Master) an.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

- Interpolationssätze
- Überdeckungslemmata (Vitali, Whitney, Calderon-Zygmund)
- Maximalfunktionen
- singuläre Integrale
- Riesz-Transformationen
- Poisson-Integrale
- Einführung in Pseudodifferentialoperatoren
- Mikhlin-Hörmander-Multiplikator-Theorem
- oszillierende Integrale
- Einschränkung von Fouriertransformationen
- Bochner-Riesz-Summierbarkeit
- Entkopplungsungleichungen

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter

- Verständnis des Unterschieds zwischen qualitativen Resultaten (z.B. Konvergenz von Folgen) und quantitativen Abschätzungen (z.B. L^p-Abschätzungen).
- Verständnis des Zusammenspiels zwischen Abschätzungen in der Theorie singulärer Integrale und dem zu Nutze machen geometrischer Eigenschaften, die mit Krümmung/Orthogonalität zu tun haben mittels oszillierender Integrale

Literatur

- Sogge, Fourier Integrals in Classical Analysis
- Stein, Singular Integrals and Differentiability Properties of Functions
- Stein, Harmonic Analysis: Real-Variable Methods, Orthogonality, and Oscillatory Integrals
- Stein, Topics in Harmonic Analysis Related to the Littlewood-Paley Theory
- Wolff, Lectures in Harmonic Analysis

Weitere Literatur wird in der Vorlesung bekannt gegeben.

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen

Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN

Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen

Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung

Harmonische Analysis

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

Modulname	Hilbertraummethoden		
Nummer	1297240	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	MAT-STD4-2	**Sprache**	
Turnus	nur im Wintersemester	**Lehreinheit**	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer		**Einrichtung**	
SWS / ECTS	6 / 10,0	**Modulverantwortliche/r**	Studiendekan der Mathematik
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	84	**Selbststudium (h)**	216
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Die Inhalte der Basismodule 'Analysis 1 und 2', 'Analysis 3' und 'Lineare Algebra' werden vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 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.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

- Skalarprodukte; Vollständigkeit; Beispiele von Hilberträumen
- Orthogonalprojektionen, Basen
- Darstellungssatz von Riesz
- Beschränkte Operatoren
- Kompakte, symmetrische Operatoren
- Lemma von Lax-Milgram
- Fourierreihen
- Finite Elemente
- Ritz-Verfahren

Qualifikationsziel

- Exemplarische Vertiefung der im Grundlagenbereich und in den Aufbaubereichen erworbenen Kenntnisse
- Exemplarisches Kennenlernen eines oder mehrerer weiterer
mathematischen Gebiete und damit Verbreiterung des eigenen Basiswissens
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung von Bezügen zwischen den Inhalten der verschiedenen mathematischen Bereiche
- Vertiefung von Anwendungen der theoretischen Inhalte durch deren konkrete quantitative Ausführung
- Verständnis für die Analysis in unendlich-dimensionalen Vektorräumen mit Skalarprodukt
- Beherrschen des Rechnens mit abstrakten und konkreten Skalarprodukten
- Kenntnis grundlegender Theoreme aus der Theorie der Hilberträume

Literatur
- J. Weidmann, Linear Operators in Hilbert spaces - A. Kolomogoroff and S. Fomin, Elements of the Theory of Functions and Functional Analysis - P.R. Halmos, Introduction to Hilbert space and the theory of spectral multiplicity - B. Daya Reddy, Introductory Functional Analysis - G.P. Tolstow, Fourierreihen - G.H. Hardy and W.W. Rogosinski, Fourier Series

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Modulname	Integrable Systeme		
Nummer	1295960	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	AlgebrGeo	**Sprache**	
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer		**Einrichtung**	
SWS / ECTS	3 / 5,0	**Modulverantwortliche/r**	Studiendekan der Mathematik
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	42	**Selbststudium (h)**	108
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann die Prüferin bzw. der Prüfer auch das Take-Home-Examen als Prüfungsform wählen. 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 Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			
Inhalte			
- Calogero-Moser System - Toda Systeme - Lax Operatoren - Kolv Hierachie - Solitanen - Inverse Streumethode - Geodäten auf Ellipsoiden			
Qualifikationsziel			
- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik - Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik - Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden - Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter - Die Studierenden kennen grundlegende Prinzipien, explizite Beispiele und zu deren Beschreibung benutzte Begriffe und Methoden			
Literatur			
Lectures on Integrable Systems (J. Hoppe, Springer Lecture Notes, 1992)			

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Modulname	Irrfahrten und Analysis auf Graphen inkl. Seminar		
Nummer	1296000350	**Modulversion**	
Kurzbezeichnung		**Sprache**	englisch deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	**Einrichtung**	
SWS / ECTS	4 / 7,0	**Modulverantwortliche/r**	Studiendekan der Mathematik
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	48	**Selbststudium (h)**	122
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Kenntnisse in grundlegender Maßtheorie und fortgeschrittener Wahrscheinlichkeitstheorie werden vorausgesetzt. Kenntnisse von Markov-Ketten oder Analysis partieller Differentialgleichungen sind hilfreich aber nicht notwendig.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann die Prüferin bzw. der Prüfer auch das Take-Home-Examen als Prüfungsform wählen. 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			
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte
- Graphen und gewichtete Graphen (Beispiele und geometrische Eigenschaften) - Irrfahrten - Übergangswahrscheinlichkeiten, diskrete Laplace Operatoren und Dirichlet Formen - Green Funktionen, harmonische Funktionen, Harnack Ungleichungen - Isoperimetrische Ungleichungen, Nash Ungleichung, Poincare Ungleichung - Heat kernel Abschätzungen
Qualifikationsziel
Die Studierenden verstehen die Zusammenhänge zwischen geometrischen Eigenschaften von Graphen und dem Verhalten von Irrfahrten, deren Übergangswahrscheinlichkeiten und von harmonischen Funktionen. Im Seminar werden speziellere zugehörige Themen selbstständig erarbeitet und den anderen Teilnehmern in Vorträgen vorgestellt.
Literatur
Martin Barlow, Random Walks and Heat Kernels on Graphs, Cambridge University Press, 2017

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Das Modul „Irrfahrten und Analysis auf Graphen inkl. Seminar“ enthält 2 SWS Vorlesung und 2 SWS Seminar. Die 2-SWS-Vorlesung „Irrfahrten und Analysis auf Graphen“ kann auch als Spezialisierung in die Spezialisierungsmodule à 8 LP eingebracht werden. Das 2-SWS-Seminar kann auch als „Mathematisches Seminar Stochastik“ (4LP) eingebracht werden. Es wird darauf hingewiesen, dass Leistungen nicht doppelt eingebracht werden können.
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Irrfahrten und Analysis auf Graphen				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		2,0	Vorlesung	englisch deutsch

Titel der Veranstaltung				
Irrfahrten und Analysis auf Graphen				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
N.N. Dozent-Mathematik	Studiendekan der Mathematik	2,0	Seminar	englisch deutsch

Modulname	Katastrophentheorie		
Nummer	1295840	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	KatastrophTH	**Sprache**	deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	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	Gute Kenntnisse in Analysis und Linearer Algebra werden vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 kanndie 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 oder des Prüfers. Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

Es wird eine Auswahl der folgenden Themen behandelt:

- Die Zeeman’sche Katastrophenmaschine
- Strukturelle Stabilität
- Universelle Entfaltungen
- Falte, Spitze, Schwalbenschwanz und Nabel
- Anwendungen in Physik, Sozialwissenschaften, Biologie
- Morphogenese

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter
- Erwerb von spezifischen Kenntnissen in den Techniken der Katastrophentheorie

Literatur

- P.T. Saunders – An introduction to catastrophe theory.
- D.P.L. Castrigiano, S.A. Hayes – Catastrophe Theory.
- T. Poston, I. Stewart – Catastrophe Theory and ist Applications.

- R. Thom – Structural Stability and Morphogenesis.
- E.C. Zeeman – Catastrophe Theory. Selected Papers 1972-77.
- R. Gilmore – Catastrophe Theory for Scientists and Engineers.

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Modulname	Konvexe Analysis		
Nummer	1294270	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	MAT-STD7-27	**Sprache**	
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	**Einrichtung**	Department Mathematik
SWS / ECTS	3 / 5,0	**Modulverantwortliche/r**	Studiendekan der Mathematik
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	42	**Selbststudium (h)**	108
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Es werden Kenntnisse in Analysis 1 und 2 sowie in Linearer Algebra vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 kanndie 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 oder des Prüfers. Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

Die Studierenden kennen die Begriffe der konvexen Analysis und deren Bedeutung in Anwendungen. Sie können mit den Begriffen umgehen, und mathematische und angewandte Probleme mit Hilfe der konvexen Analysis lösen.

Inhalte:
- Konvexe Mengen und Funktionen
- Subdiffentiale und monotone Operatoren
- Konjugation und Dualität

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter
- Kennenlernen der Begriffe der konvexen Analysis und deren Bedeutung in Anwendungen

Literatur

- Jonathan M. Borwein, Jon D. Vanderwerff, Convex Functions, Cambridge University Press, 2010
- R. Tyrell Rockafellar, Convex Analysis, Princeton University Press, 1972
- Amir Beck, First-Order Methods in Optimization, SIAM, 2017
- Dimitri P. Bertsekas, Convex Analysis and Optimization, Athena Scientific, 2003

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Die Studierenden besuchen in der ersten Semesterhälfte die Vorlesung und Übung zur "Convex Analysis" mit 4+2 SWS (in der zweiten Semesterhälfte mit 0+0 SWS).
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Konvexe Analysis				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		3,0	Vorlesung/Übung	deutsch

Modulname	Konvexe Analysis		
Nummer	1294180	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	MAT-STD7-18	**Sprache**	
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	**Einrichtung**	Department Mathematik
SWS / ECTS	6 / 10,0	**Modulverantwortliche/r**	Studiendekan der Mathematik
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	84	**Selbststudium (h)**	216
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Es werden Kenntnisse in Analysis 1 und 2 sowie in Linearer Algebra vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 kanndie 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 oder des Prüfers. Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

Die Studierenden kennen die Begriffe der konvexen Analysis und deren Bedeutung in Anwendungen. Sie können mit den Begriffen umgehen, und mathematische und angewandte Probleme mit Hilfe der konvexen Analysis lösen.

Inhalte:
- Konvexe Mengen und Funktionen
- Subdiffentiale und monotone Operatoren
- Konjugation und Dualität

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter
- Kennenlernen der Begriffe der konvexen Analysis und deren Bedeutung in Anwendungen

Literatur

- Jonathan M. Borwein, Jon D. Vanderwerff, Convex Functions, Cambridge University Press, 2010
- R. Tyrell Rockafellar, Convex Analysis, Princeton University Press, 1972
- Amir Beck, First-Order Methods in Optimization, SIAM, 2017
- Dimitri P. Bertsekas, Convex Analysis and Optimization, Athena Scientific, 2003

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Die Studierenden besuchen in der ersten Semesterhälfte die Vorlesung und Übung zur "Convex Analysis" mit 4+2 SWS (in der zweiten Semesterhälfte mit 0+0 SWS).
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Konvexe Analysis				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		6,0	Vorlesung/Übung	

Modulname	Lineare Evolutionsgleichungen		
Nummer	1295360	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	LinEvoluti	**Sprache**	deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	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			
Empfohlene Voraussetzungen	Es werden Kenntnisse in Funktionalanalysis vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

- Endlich-dimensionale Systeme linearer gewöhnlicher Differentialgleichungen
- Stark stetige Halbgruppen und der Satz von Hille-Yoshida
- Selbstadjungierte Operatoren auf einem Hilbertraum und der Satz von Stone als Spezialfall des Satzes von Hille-Yoshida
- Das nicht-autonome Cauchy-Problem

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter
- Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens durch breite, als auch vertiefte Kenntnis der Reinen Mathematik
- Beherrschen der Grundbegriffe der Theorie abstrakter linearer Evolutionsgleichungen auf Banachräumen, wie Existenz, Eindeutigkeit und Normschranken der Lösung
- Verständnis der schwierigeren Fragestellung des nichtautonomen linearen Cauchyproblems
- Kennenlernen von Anwendungen

Literatur

- Engel und Nagel: One-Parameter Semigroups for Linear Evolution Equations, Springer Verlag
- Yoshida: Functional Analysis, Springer Verlag

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Lineare Evolutionsgleichungen				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		4,0	Vorlesung/Übung	englisch

Modulname	Liealgebren		
Nummer	1295550	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	LieAlg	**Sprache**	deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	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			
Empfohlene Voraussetzungen	Es werden Kenntnisse in Linearer Algebra vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 kanndie 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 oder des Prüfers. Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

- Lie-Algebren und -Gruppen
- Cartan Unteralgebren
- Wurzeleigenschaften
- Klassifizierung einfacher Lie-Algebren
- Endlichdimemensionale Darstellungen

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter

- Beherrschen der Grundbegriffe der Theorie der Lie-Algebren
- Kennenlernen unterschiedlicher Typen von Lie-Algebren über Körpern verschiedener Charakteristik 0 und p

Literatur

- James E.Humphreys, Introduction to Lie Algebras and Representation Theory

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

<table>
<tr><td>Modulname</td><td colspan="3">Lineare Operatoren im Hilbertraum</td></tr>
<tr><td>Nummer</td><td>1295560</td><td>Modulversion</td><td>V2</td></tr>
<tr><td>Kurzbezeichnung</td><td>LinOptHilbert</td><td>Sprache</td><td>deutsch</td></tr>
<tr><td>Turnus</td><td>Unregelmäßig</td><td>Lehreinheit</td><td>Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät</td></tr>
<tr><td>Moduldauer</td><td>1</td><td>Einrichtung</td><td></td></tr>
<tr><td>SWS / ECTS</td><td>6 / 10,0</td><td>Modulverantwortliche/r</td><td>Studiendekan der Mathematik</td></tr>
<tr><td>Arbeitsaufwand (h)</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>Präsenzstudium (h)</td><td>84</td><td>Selbststudium (h)</td><td>216</td></tr>
<tr><td>Zwingende Voraussetzungen</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>Empfohlene Voraussetzungen</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</td><td colspan="3">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.</td></tr>
<tr><td>Zu erbringende Studienleistung</td><td colspan="3">1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.

Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</td></tr>
<tr><td>Zusammensetzung der Modulnote</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="4">Inhalte</td></tr>
<tr><td colspan="4">Es wird eine Auswahl der folgenden Themen behandelt:
- Skalarprodukte; Vollständigkeit; Beispiele von Hilberträumen
- Orthogonalprojektionen, Basen
- Darstellungssatz von Riesz
- Beschränkte Operatoren
- Spektrale Darstellung kompakter, symmetrischer Operatoren
- Unbeschränkte Operatoren, abgeschlossene Operatoren
- Symmetrische und selbstadjungierte Operatoren
- Resolvente und Spektrum, Neumannsche Reihe
- Spektralsatz für selbstadjungierte Operatoren
- Hilberträume in der Physik (Quantenmechanik)
- Anwendungen in der Numerischen Mathematik</td></tr>
<tr><td colspan="4">Qualifikationsziel</td></tr>
<tr><td colspan="4">- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</td></tr>
</table>

- Beherrschung der Grundbegriffe der Theorie von Hilberträumen und der Charakterisierung linearer Operatoren auf Hilberträumen durch spektrale Eigenschaften
- Kennenlernen wichtiger Anwendungen in Quantenmechanik und Quantenfeldtheorie

Literatur
wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Modulname	Lokale Körper		
Nummer	1295940	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung		**Sprache**	
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer		**Einrichtung**	
SWS / ECTS	3 / 5,0	**Modulverantwortliche/r**	Studiendekan der Mathematik
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	42	**Selbststudium (h)**	108
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Es werden Kenntnisse in Analysis, Linearer Algebra, elementarer Gruppentheorie, Ringen und Körpern sowie elementare Zahlentheorie vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 kanndie 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 oder des Prüfers. Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

- Bewertungen
- Komplettierungen
- Struktur lokaler Körper
- Erweiterungen lokaler Körper
- Zusammenhang mit anderen mathematischen Disziplinen

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter
- Formulierung und Bearbeitung zahlentheoretischer Probleme im Rahmen der Theorie der lokalen Körper

Literatur

Fesenko, Vostokov: Local Fields and Their Extensions

Hasse: Zahlentheorie

Neukirch: Algebraische Zahlentheorie

Serre: Local Fields

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Modulname	Mathematische Grundlagen der klassischen statistischen Mechanik		
Nummer	1295900	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung		**Sprache**	
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer		**Einrichtung**	
SWS / ECTS	6 / 10,0	**Modulverantwortliche/r**	Studiendekan der Mathematik
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	84	**Selbststudium (h)**	216
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 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 Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

- Statistische Ensembles in der Physik
- Existenz und Konstruktion des thermodynamischen Limes
- Thermodynamische Funktionen und Phasenübergänge
- Korrelationsfunktionen und ihr Abfall bei großen Abständen
- Witten-Laplacian für Gittersysteme
- Berechnung der Asymptotik der Korrelationsfunktionen mit Hilfe des Witten-Laplacians

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter
- Verständnis für Analysis in vielen reellen Variablen und der Bedeutung verschiedener Topologien dafür
- Beherrschen der Konstruktion des thermodynamischen Limes für Gittersysteme
- Kennenlernen der Spektraltheorie des Witten Laplacians und seiner Bedeutung für die statistische Mechanik

Literatur

- R.A. Minlos: Introduction to Mathematical Statistical Physics
- D. Ruelle: Statistical Mechanics: Rigorous Results
- B. Simon: Statistical Mechanics of Lattice Gases

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Modulname	Mathematische Grundlagen der Strömungsmechanik		
Nummer	1295580	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	MathGrdlSt	**Sprache**	deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	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			
Empfohlene Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 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 Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

- Potentialströmung und komplexe Analysis
- Reynoldsscher Transportsatz und Koordinatensysteme
- Inkompressibilität und Drehung
- Grundlagen der Gasdynamik

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter

- Die Studierenden sollen Kontinuumsmechanische Modellierungen verstehen, Lineare Theorien und die Grenzen der Anwendbarkeit verstehen, Beschreibungsweisen in verschiedenen Koordinatensystemen lernen und das Gebiet der Strömungsmechanik innerhalb der Mathematik überblicken können.

Literatur

- Karamcheti: Principles of Ideal-Fluid Aerodynamics (Krieger Publ.)
- Ansorge: Mathematical Methods of Fluiddynamics (Wiley)
- Warsi: Fluid Dynamics: Theoretical and Computational Approaches (CRC Press)
- Lamb: Hydrodynamics (Cambridge Univ. Press)

- Chorin/Marsden: A Mathematical Introduction to Fluid Mechanics (Springer Verlag)
- Milne-Thomson: Theoretical Hydrodynamics (Dover Publ.)

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Mathematische Grundlagen der Strömungsmechanik				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		4,0	Vorlesung/Übung	deutsch

Modulname	Mathematische Modellierung in den Lebenswissenschaften		
Nummer	1295600	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	MathModellLebenswiss	**Sprache**	deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	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	Die Lehrveranstaltung richtet sich bevorzugt an Studierende, die die Lehrveranstaltungen 'Differentialgleichungen' und 'Mathematische Modellierung' bereits gehört haben.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann die Prüferin bzw. der Prüfer auch das Take-Home-Examen als Prüfungsform wählen. 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.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

- modelltheoretische Grundlagen
- physikalische und lebenswissenschaftliche Modellbildungsprozesse
- Parameter- und Modellidentifikation, Modellfamilien
- Modelle fuer Infektionskrankheiten
- Ansätze Genomics und Proteomics
- Reaktions-Diffusionsgleichungen
- Modellierung des Schwarmverhaltens und Emergenz
- qualitative und quantitative Unsicherheiten, robuste Modellierung

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter

- Erwerb eines Verständnisses für die Besonderheiten der mathematischen Modellierung in den Lebenswissenschaften
- Beschäftigung mit modell- und erkenntnistheoretischen Fragen und Kennenlernen von Modellbildungsprozessen
- Kennenlernen von unterschiedlichen Modellierungsansätzen und Abstraktionsniveaus
durch die Beschäftigung mit mehreren
Arbeitsfeldern der Modellierung in den Lebenswissenschaften

- Diskutieren des Umgangs mit den intrinsischen qualitativen und quantitativen Unsicherheiten
Literatur
- J. D. Murray, Mathematical Biology I+II, Springer 2008 - C. Eck, H. Garcke, P. Knaber, Mathematische Modellierung, Springer 2008 - J.W. Haefner: Modeling Biological Systems: Principles and Applications. Springer, 2005 - A. Kremling: Systems Biology. CRC Press, 2014 - W.E. Schiesser: PDE-Analysis in Biomedical Engineering. Cambridge Univ. Press, 2013 - H. Tetens: Wissenschaftstheorie, C.H. Beck, 2013 - E. P. Wigner: The unreasonable effectiveness of mathematics in the natural sciences. Comm. Pure & Applied Math. 1960 - Y. Lazebnik: Can a biologist fix a radio ? - or what I learned while studying apoptosis. Cancer Cell 2002

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Modulname	Matrix Analysis		
Nummer	1295640	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	MatrixAna	**Sprache**	deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	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	Es werden Kentnisse in 'Einführung in die Numerik' und in 'Lineare Algebra 1' und 'Lineare Algebra 2' vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann die Prüferin bzw. der Prüfer auch das Take-Home-Examen als Prüfungsform wählen. 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.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

- Nichtnegative Matrizen
- Perron-Frobenius-Theorie
- Positive Matrizen
- (Ir-)reduzible Matrizen
- Primitive Matrizen

Und/oder
- Hermitsche, symmetrische und komplex symmetrische Matrizen
- Eigenschaften
- variationelle Charakterisierung der Eigenwerte
- Kongruenz und simultane Diagonalisierung

Und/oder
- Positive definite Matrizen
- Eigenschaften
- Polarform, Singulärwertzerlegung
- Schur-Produkt-Theorem
- Kongruenz und simultane Diagonalisierung

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik

- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter

- Kennenlernen der wichtigen Eigenschaften der behandelten Matrixklassen sowie von wichtigen Anwendungsfeldern, in denen diese Matrixklassen auftreten
- Kenntnis der Perron-Frobenius-Theorie, der variationellen Charakterisierung von Eigenwerten und einiger Matrixzerlegungen
- Fähigkeit zur Herleitung ähnlicher Resultate für verwandte Matrixklassen durch das Beherrschen der wichtigsten Methoden in der Matrix-Analysis

Literatur

- R. A. Horn, C. R. Johnson (2012). Matrix Analysis (2nd ed.). Cambridge University Press.
- P. Lancaster, M. Tismenetsky (1985). The Theory of Matrices With Applications(2nd ed.). Academic Press.
- A. Breman, R. J. Plemmons (1994). Nonnegative Matrices in the Mathematical Sciences. SIAM.

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen

Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN

Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen

Anwesenheitspflicht

Modulname	Matrix Analysis		
Nummer	1295700	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	MatrixAna	**Sprache**	deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	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			
Empfohlene Voraussetzungen	Es werden Kenntnisse in 'Einführung in die Numerik' und 'Lineare Algebra 1 und 2' vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 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.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

- Nichtnegative Matrizen
- Perron-Frobenius-Theorie
- Positive Matrizen
- (Ir-)reduzible Matrizen
- Primitive Matrizen

Und/oder
- Hermitsche, symmetrische und komplex symmetrische Matrizen
- Eigenschaften
- variationelle Charakterisierung der Eigenwerte
- Kongruenz und simultane Diagonalisierung

Und/oder
- Positive definite Matrizen
- Eigenschaften
- Polarform, Singulärwertzerlegung
- Schur-Produkt-Theorem
- Kongruenz und simultane Diagonalisierung

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik

- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter
- Kennenlernen der wichtigen Eigenschaften der behandelten Matrixklassen sowie von wichtigen Anwendungsfeldern, in denen diese Matrixklassen auftreten
- Kenntnis der Perron-Frobenius-Theorie, der variationellen Charakterisierung von Eigenwerten und einiger Matrixzerlegungen
- Fähigkeit zur Herleitung ähnlicher Resultate für verwandte Matrixklassen durch das Beherrschen der wichtigsten Methoden in der Matrix-Analysis

Literatur

- Horn, Roger A und Johnson, Charles R.
- Matrix analysis, New York, NY Cambridge University Press, 2013
- Lancaster, Peter und Tismenetsky, Miron
- The theory of matrices with applications Academic Press, 1985
- Berman, Abraham und Plemmons, Robert J.
- Nonnegative matrices in the mathematical sciences
- Philadelphia Society for Industrial and Applied Mathematics, 1994

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen

Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN

Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen

Anwesenheitspflicht

Modulname	Minimalflächen		
Nummer	1295710	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	MinFläche	**Sprache**	deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	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			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann die Prüferin bzw. der Prüfer auch das Take-Home-Examen als Prüfungsform wählen. 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 Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			
Inhalte			
Geodesics. Lagrange's graph equation for minimal surfaces in R^3. Axially symmetric solution: Catenoid. For given parallel circles as boundaries, what is the maximun distance, as a function of the radii? Embedding functions of Minimal Surfaces as harmonic functions. Isothermal coordinates. Weierstrass-representation. Helicoid, Enneper's surfaces. Separation of variable approach to level-set equation. Scherk's surface(s). Minimal surfaces in Minkowski space (String-Theory, Membrane-Theory, etc.). Singularity Formation. Relation with hydrodynamics.			
Qualifikationsziel			
- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik - Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik - Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden - Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter - Gutes Verständnis verschiedenster Beispiele, übergeordneter Struktur und Bedeutung - Gutes Verständnis der vielen dargestellten Techniken			
Literatur			

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Modulname	Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen		
Nummer	1295270	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	NumGewDGLe	**Sprache**	deutsch
Turnus	WSem alle 2 Jahre	**Lehreinheit**	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 Kenntnisse in 'Einführung in die Numerik' vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 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 Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

- Einschrittverfahren: Euler, klassisches Runge- Kutta-Verfahren, Diskretisierungsfehler, Konsistenz, Konvergenz, Gesamtfehler
- Explizite und Implizite Runge-Kutta-Verfahren
- Mehrschrittverfahren: Konsistenz,Stabilitätsbedingungen
- Steife Differenzialgleichungen
- Randwertprobleme: einfaches Schießverfahren, Mehrzielmethode, Differenzenverfahren, Variationsmethode, Kollokation
- Differenziell-Algebraische Gleichungen: Theorie, Diskretisierung

Qualifikationsziel

- Exemplarische Vertiefung der im Grundlagenbereich und in den Aufbaubereichen erworbenen Kenntnisse
- Exemplarisches Kennenlernen eines oder mehrerer weiterer mathematischen Gebiete und damit Verbreiterung des eigenen Basiswissens
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung von Bezügen zwischen den Inhalten der verschiedenen mathematischen Bereiche
- Vertiefung von Anwendungen der theoretischen Inhalte durch deren konkrete quantitative Ausführung
- Verständnis von numerischen Verfahren zum Lösen gewöhnlicher Differenzialgleichungen
- Beherrschen von Grundbegriffen wie Konsistenz, Konvergenz und Stabilität sowie verschiedene Fehlerarten

Literatur

- H.-R. Schwarz, N. Köckler, Numerische Mathematik, Teubner
- K. Strehmel, R. Weiner, Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen, Teubner
- E. Hairer, S. P. Norsett, G. Warner, Solving ordinary differential equations, Springer

- E. Süli, D. Mayers, An introduction to Numercial Analysis, Cambridge, 2003
- U. M. Ascher, R. M. M. Mattheij, R. D. Russel, Numerical Solution of boundary value problems for ordinary differential equations, SIAM

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Das Modul "Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen" 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				
Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
N.N. Dozent-Mathematik		6,0	Vorlesung/Übung	deutsch

Titel der Veranstaltung				
Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
N.N. Dozent-Mathematik		1,0	kleine Übung	deutsch

Modulname	Numerik Partieller Differentialgleichungen		
Nummer	1295750	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	NumPDE	**Sprache**	deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	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			
Empfohlene Voraussetzungen	Es werden Kenntnisse in 'Einführung in die Numerik' und 'Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen' vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	1 Prüfungsleistung in Form eines Portfolios, 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 Prüfungsmodalitäten, 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 oder des Prüfers. Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

- Differenzenverfahren
- Finite Elemente Verfahren
- Finite Volumenverfahren

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter

- Kennenlernen der wichtigten Begriffe wie Stabilität, Konsistenz, Konvergenz und Diskretisierungsfehler
- Verständnis der grundlegenden Ideen der numerischen Lösungsmethoden
- Fähigkeit der Implementierung einfacher Programmcodes für die numerischen Lösungsmethoden

Literatur

- Smith, Numerical Solutions of Partial Differential Equations: Finite Difference Methods
- Schwarz, Köckler, Numerische Mathematik, Teubner
- Thomas, Numerical Partial Differential Equations: Finite Difference Methods, 2. Auflage, Springer, 1998
- Knabner, Angermann, Numerik partieller Differentialgleichungen, Springer
- Braess, Finite Elemente, Springer

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Numerik partieller Differenzialgleichungen				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		4,0	Vorlesung/Übung	englisch

<table>
<tr><td>Modulname</td><td colspan="3">Numerik von Erhaltungsgleichungen</td></tr>
<tr><td>Nummer</td><td>1295760</td><td>Modulversion</td><td>V2</td></tr>
<tr><td>Kurzbezeichnung</td><td>NumErhaltungsglg</td><td>Sprache</td><td>deutsch</td></tr>
<tr><td>Turnus</td><td>Unregelmäßig</td><td>Lehreinheit</td><td>Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät</td></tr>
<tr><td>Moduldauer</td><td>1</td><td>Einrichtung</td><td></td></tr>
<tr><td>SWS / ECTS</td><td>6 / 10,0</td><td>Modulverantwortliche/r</td><td>Studiendekan der Mathematik</td></tr>
<tr><td>Arbeitsaufwand (h)</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>Präsenzstudium (h)</td><td>84</td><td>Selbststudium (h)</td><td>216</td></tr>
<tr><td>Zwingende Voraussetzungen</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>Empfohlene Voraussetzungen</td><td colspan="3">Kenntnisse in partiellen Differenzialgleichungen werden vorausgesetzt.</td></tr>
<tr><td>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</td><td colspan="3">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 Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</td></tr>
<tr><td>Zu erbringende Studienleistung</td><td colspan="3">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.</td></tr>
<tr><td>Zusammensetzung der Modulnote</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="4">Inhalte</td></tr>
<tr><td colspan="4">Es wird eine Auswahl der folgenden Themen behandelt:

- Finite Differenzen-, Elemente- und Volumenverfahren
- Theorie monotoner und monotonieerhaltender Verfahren
- Theorie der TVD- und ENO-Verfahren</td></tr>
<tr><td colspan="4">Qualifikationsziel</td></tr>
<tr><td colspan="4">- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter

- Kennenlernen von Problemen bei der Berechnung schwacher Lösungen
- Beherrschen verschiedener Diskretisierungstechniken und der Konvergenztheorie von Differenzenverfahren</td></tr>
<tr><td colspan="4">Literatur</td></tr>
<tr><td colspan="4">- Kröner: Numerical Schemes for Conservation Laws (Wiley)
- Godlewski, Raviart: Hyperbolic Systems of Conservation Laws (SIAM)
- Godlewski, Raviart: Numerical Approximation of Hyperbolic Systems of Conservation Laws (Springer Verlag)</td></tr>
</table>

- Sonar: Multidimensionale ENO-Verfahren (Teubner Verlag)
- Gustafsson, Kreiss, Oliger: Time Dependent Problems and Difference Methods (Academic Press)
- Morton, Richtmyer: Difference Methods for Initial-Valü Problems (Wiley)
- Sod: Numerical Methods in Fluid Dynamics (Cambridge Univ. Press)
- Li, Chen, Wu: Generalized Difference Methods for Differential Equations (Marcel Dekker)

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Numerik von Erhaltungsgleichungen				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		4,0	Vorlesung/Übung	deutsch

Modulname	Numerische Lineare Algebra		
Nummer	1295770	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	NumLA	**Sprache**	deutsch
Turnus	nur im Sommersemester	**Lehreinheit**	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			
Empfohlene Voraussetzungen	Es werden Kenntnisse in 'Einführung in die Numerik' und einer weiterführenden Numerik-Veranstaltung wie z.B. 'Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen' vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	1 Prüfungsleistung in Form eines Portfolios, 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 Prüfungsmodalitäten, 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 oder des Prüfers. Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

- Iterative Verfahren zur Lösung von Gleichungssystemen: Theorie und Praxis
- Singulärwertzerlegung: Algorithmen und Anwendungen
- Eigenwertprobleme: Theorie und Praxis

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter
- Beherrschen der wichtigsten Verfahren zur Lösung von Gleichungssystemen und zur Eigenwert- und Singulärwertzerlegung
- Verständnis der grundlegenden Problemen der Implementierung numerischer Algorithmen
- Fähigkeit zur Implementierung effektiver Programmcodes für die numerischen Lösungsmethoden

Literatur

- Trefethen, Bau, Numerical Linear Algebra, SIAM
- Demmel, Applied Numerical Linear Algebra, SIAM

- Golub, Van Loan, Matrix Computations, John Hopkins

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Numerische Lineare Algebra				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		6,0	Vorlesung/Übung	englisch
Literaturhinweise				
• Trefethen, Bau, Numerical Linear Algebra, SIAM • Demmel, Applied Numerical Linear Algebra, SIAM • Golub, Van Loan, Matrix Computations, John Hopkins				

<table>
<tr><td>Modulname</td><td colspan="3">Operatorhalbgruppen und Markov-Prozesse</td></tr>
<tr><td>Nummer</td><td>1294130</td><td>Modulversion</td><td>V2</td></tr>
<tr><td>Kurzbezeichnung</td><td></td><td>Sprache</td><td></td></tr>
<tr><td>Turnus</td><td>Unregelmäßig</td><td>Lehreinheit</td><td>Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät</td></tr>
<tr><td>Moduldauer</td><td></td><td>Einrichtung</td><td></td></tr>
<tr><td>SWS / ECTS</td><td>3 / 5,0</td><td>Modulverantwortliche/r</td><td>Studiendekan der Mathematik</td></tr>
<tr><td>Arbeitsaufwand (h)</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>Präsenzstudium (h)</td><td>42</td><td>Selbststudium (h)</td><td>108</td></tr>
<tr><td>Zwingende Voraussetzungen</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>Empfohlene Voraussetzungen</td><td colspan="3">Es werden Grundkenntnisse der Maß- und der Wahrscheinlichkeitstheorie sowie Kenntnis der Begriffe „Linearer Operator“, „Norm eines linearen Operators“ und „Banachraum“ vorausgesetzt.</td></tr>
<tr><td>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</td><td colspan="3">1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann die Prüferin bzw. der Prüfer auch das Take-Home-Examen als Prüfungsform wählen.

Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</td></tr>
<tr><td>Zu erbringende Studienleistung</td><td colspan="3">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.</td></tr>
<tr><td>Zusammensetzung der Modulnote</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="4">Inhalte</td></tr>
<tr><td colspan="4">Operatorhalbgruppen und ihre Zusammenhänge mit Anfangswertproblemen für Evolutionsgleichungen und mit Markov-Prozessen. Grundlagen der Theorie zeitstetiger Markov-Prozesse. Die von Differential- und Pseudodifferentialoperatoren generierten Halbgruppen und ihre Bedeutung für Lévy- und Fellersche Prozesse. Klassische Resultate über Generation, Störungen und Approximationen von Operatorhalbgruppen. Einige neue Resultate über Chernoff-Approximation der durch Markov-Prozesse generierten Halbgruppen.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Qualifikationsziel</td></tr>
<tr><td colspan="4">- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</td></tr>
<tr><td colspan="4">Literatur</td></tr>
<tr><td colspan="4">[1] A. Pazy. Semigroups of Linear Operators and Applications to Partial Differential Equations, Springer, 1983.

[2] N. Jacob. Pseudo-differential operators and Markov processes. Vol.I---III. Imperial College Press, 2001.

[3] B. Böttcher, R. Schilling, J. Wang. Lévy Matters III. Lévy-Type Processes: Construction, Approximation and Sample Path Properties. Lecture Notes in Mathematics 2099. Springer, 2010.</td></tr>
</table>

[4] K.J. Engel, R. Nagel. One-Parameter Semigroups for Linear Evolution Equations, Springer, 2000.

[5] K.-I. Sato. Lévy Processes and Infinitely Divisible Distributions. Cambridge University Press, 1999.

[6] D. Applebaum. Lévy Processes and Stochastic Calculus. Cambridge Studies in Advanced Mathematics, Vol. 116. Cambridge University Press, 2009.

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Operatorhalbgruppen und Markov-Prozesse				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		2,0	Vorlesung	deutsch

Titel der Veranstaltung				
Operatorhalbgruppen und Markov-Prozesse				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		1,0	Übung	deutsch

Modulname	Partielle Differentialgleichungen		
Nummer	1295670	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	PDE	**Sprache**	deutsch
Turnus	nur im Sommersemester	**Lehreinheit**	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 Kenntnisse in 'Gewöhnliche Differentialgleichungen' und 'Funktionalanalysis' vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 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 Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

Es wird eine Auswahl der folgenden Themen behandelt:
- Sphärische Mittel
- Harmonische Funktionen, Maximumprinzip
- Satz von Perron, Methode der balayage
- Newtonpotentiale und Greensche Funktion
- Wärmeleitungsgleichung (Existenz und Eindeutigkeit der Lösung)
- Wellengleichung in einer Raumdimension
- Wellengleichung in ungeraden Raumdimensionen
- Wellengleichung in geraden Raumdimensionen
- Transport- und Erhaltungsgleichungen
- Hilbertraummethoden
- Anwendungen der Partiellen Differenzialgleichungen in der Physik

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter
- Verständnis von Modellierung physikalischer Gesetze durch partielle Differenzialgleichungen
- Kennenlernen wichtiger Grundtypen partieller Differenzialgleichungen und ihrer charakteristischen Eigenschaften

- Beherrschen der Lösungsberechnung in einfachen Fällen

Literatur

- L. C. Evans, Partial Differential Equations
- G. Hellwig, Partielle Differentialgleichungen
- J. Jost, Partial Differential Equations
- F. John, Partial Differential Equations

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN

Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen

Das Modul "Partielle Differentialgleichungen" besteht aus einer Vorlesung und einer Übung.

Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Partielle Differentialgleichungen				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
N.N. Dozent-Mathematik		6,0	Vorlesung/Übung	deutsch

Modulname	Partielle Differentialgleichungen Vertiefung		
Nummer	1296420	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	PDEVert	**Sprache**	deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	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			
Empfohlene Voraussetzungen	Kenntnisse in 'Partielle Differenzialgleichungen' werden voraugesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 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 Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			
Inhalte			
Die Studierenden vertiefen das Gebiet der Partiellen Differenzialgleichungen.			
Qualifikationsziel			
- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik - Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik - Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden - Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter			
Literatur			
wird in der Vorlesung bekannt gegeben			

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Partielle Differentialgleichungen Vertiefung				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		6,0	Vorlesung/Übung	deutsch

Modulname	Reading Course Optimierung		
Nummer	1296000410	**Modulversion**	
Kurzbezeichnung		**Sprache**	englisch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	**Einrichtung**	
SWS / ECTS	4 / 7,0	**Modulverantwortliche/r**	Studiendekan der Mathematik
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	56	**Selbststudium (h)**	154
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Es werden Kenntnisse in 'Einführung in die Mathematische Optimierung' und 'Lineare und Kombinatorische Optimierung' vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann die Prüferin bzw. der Prüfer auch das Take-Home-Examen als Prüfungsform wählen. 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.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

- Problemklassen Zwei- und mehrstufiger Optimierungsprobleme
- Komplexität
- Existenz und Eindeutigkeit von Optima
- Reformulierungstechniken
- Lösungsverfahren für lineare zweistufige Optimierungsproblem
- Lösungsverfahren für gemischt-ganzzahlige zweistufige Optimierungsprobleme
- Relaxierungen und Approximationen, Schnittebenen
- ausgewählte Anwendungen

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter

Die Studierenden
- können selbstständig mit mathematischer Literatur zum Schwerpunkt der Veranstaltung umgehen und wesentliche Inhalte extrahieren

- erwerben Kompetenzen in wissenschaftlicher Argumentation und Diskussion

Literatur
abhängig von der engeren thematischen Ausrichtung

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Mehrstufige Optimierung				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
Prof. Dr. Maximilian Merkert		1,0	Übung	englisch

Modulname	Scheduling		
Nummer	1295370	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	Scheduling	**Sprache**	deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	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	Es werden Kenntnisse in 'Einführung in die Mathematische Optimierung' vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann die Prüferin bzw. der Prüfer auch das Take-Home-Examen als Prüfungsform wählen. 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 Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			
Inhalte			
- Modellierung von Schedulingproblemen - Scheduling auf einer Maschine - Scheduling paralleler Maschinen - Flow Shop - Job Shop - Open Shop			
Qualifikationsziel			
- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik - Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik - Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden - Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter - Kennenlernen von Modellen, Theorie und Implementationstechnik von Algorithmen zur Lösung NP-schwerer Schedulingprobleme (parallel machine, flow shop, job shop, open shop) - Fähigkeit zur Anwendung der fortgeschrittenen mathematischen Resultate in effektiven Algorithmen zur Lösung praktischer wirtschaftsmathematischer Probleme, insbesondere in Produktion und Logistik			
Literatur			

- Peter Brucker: Scheduling Algorithms, Springer, 2004
- Blazewicz, J.: Scheduling Computer and Manufactoring processes, Springer, 2001
- Pinedo, Micheal L.: Planning and scheduling in manufacturing and services, Springer, 2005

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Modulname	Stabilität der Materie		
Nummer	1295490	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	StabMaterie	**Sprache**	deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	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	Es werden Kenntnisse aus der Funktionalanalysis und Partielle Differentialgleichungen vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann die Prüferin bzw. der Prüfer auch das Take-Home-Examen als Prüfungsform wählen. 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 Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

- Coulombsysteme: Große Atome und Moleküle
- Lieb-Oxford-Ungleichung und andere Korrelationsungleichungen
- Lieb-Thirring-Ungleichung
- Thomas-Fermi-Theorie
- Stabilität der nichtrelativistischer Materie ohne Magnetfelder
- Ausblick: Stabilität pseudorelativistischer Materie und von Materie in Magnetfeldern

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter
- Anwendung des Rayleigh-Ritz-Variationsprinzips zur Abschätzung von Eigenwerten
- Einführung in quantenchemische Fragestellungen und Dichtefunktionaltheorie
- Erkennen der Bedeutung von Lieb-Thirring-Ungleichungen und von Korrelationsungleichungen

Literatur

wird in der Vorlesung bekanntgegeben

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Modulname	Stochastische Differentialgleichungen		
Nummer	1295540	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	StochDGLen	**Sprache**	deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	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	Es werden Kenntnisse in 'Wahrscheinlichkeitstheorie' vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann die Prüferin bzw. der Prüfer auch das Take-Home-Examen als Prüfungsform wählen. 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 Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

- Stochastische Integration
- Beispiele von explizit lösbaren Gleichungen
- Existenz und Eindeutigkeit von starken Lösungen
- Konstruktion von schwachen Lösungen
- Anwendungsbeispiele

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter
- Kennenlernen des Begriffs der stochastischen Integration sowie von Beispiele von explizit lösbaren stochastischen Differenzialgleichungen
- Verständnis der Bedingungen für Existenz und Eindeutigkeit von starken Lösungen und Konstruktion von schwachen Lösungen
- Kennenlernen von Anwendungsbeispielen

Literatur

- Oksendal: Stochastic Differential Equations
- Karatzas und Shreve: Brownian Motion and Stochastic Calculus

- Ikeda und Watanabe: Stochastic Differential Equations and Diffusion Processes

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Modulname	Stochastische Integration		
Nummer	1295590	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	StochInt	**Sprache**	deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	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	Neben 'Stochastische Prozesse' werden Kenntnisse in 'Wahrscheinlichkeitstheorie' vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann die Prüferin bzw. der Prüfer auch das Take-Home-Examen als Prüfungsform wählen. 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.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

- Semimartingale in stetiger Zeit
- Quadratische Variation
- Konstruktion des Ito-Integrals bzgl. Semimartingalen
- Die Ito-Formel
- Verhalten unter Maßwechsel (Satz von Girsanov)
- Darstellungsresultate für Martingale als stochastische Integrale

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter
- Beherrschen der Konstruktion stochastischer Integrale
bzgl. Semimartingalen und Verständnis, warum
Riemann-Stieltjes-Integration bzgl. Semimartingalen i.a. nicht möglich ist
- Fähigkeit, die Ito-Formel in konkreten Anwendungsproblemen einzusetzen
- mit den Grundlagen der stochastischen Analysis Erlernen des Rüstzeugs für moderne Modellierungsansätze in so unterschiedlichen Anwendungsdisziplinen wie Finanzmärkte, Physik und Biologie

Literatur

- Karatzas, I., Shreve, S. E.: Brownian Motion and Stochastic Calculus. Springer 1991
- Protter, P. E.: Stochastic Integration and Differential Equations - A New Approach. Springer 2005

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Modulname	Topologie		
Nummer	1297520	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	MAT-STD4-5	**Sprache**	
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer		**Einrichtung**	
SWS / ECTS	6 / 10,0	**Modulverantwortliche/r**	
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	84	**Selbststudium (h)**	216
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 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.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

- Topologische Räume
- Kompaktheit, Zusammenhang, Trennungseigenschaften
- Konstruktionen und Invarianzprinzipien
- Fundamentalgruppen und Überlagerungen

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Reinen Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Reinen Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Reinen Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Reinen Mathematik, als auch der Angewandten Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens durch breite, als auch vertiefte Kenntnis der Reinen Mathematik
- Beherrschung der Grundbegriffe der mengentheoretischen Topologie
- Verständnis grundlegender, auch abstrakter topologischer Ideen und Konstruktionen
- Kennenlernen von Funktoren und deren Bedeutung und Anwendung zur Lösung von Problemen

Literatur

- M.A. Armstrong: Basic Topology, Springer
- K. Jänich: Topologie, Springer
- J. Dugundji: Topology, Allyn & Bacon

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Topologie				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		6,0	Vorlesung/Übung	deutsch

Titel der Veranstaltung				
Topologie				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		2,0	Übung	deutsch

Modulname	W*-Algebren		
Nummer	1295630	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	W*ALG	**Sprache**	deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	**Einrichtung**	
SWS / ECTS	4 / 6,0	**Modulverantwortliche/r**	Studiendekan der Mathematik
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	56	**Selbststudium (h)**	124
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann die Prüferin bzw. der Prüfer auch das Take-Home-Examen als Prüfungsform wählen. 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.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

- Die starke, sigma-starke, schwache, sigma-schwache
und schwache-Stern Topologien auf dem Raum der beschränkten Operatoren auf einem Hilbertraum, W*-Algebren, von Neumann-Algebren und das Bikommutantentheorem
- Prädual und normale Zustände
- Tomita -Takesaki-Theorie
- W*-dynamische Systeme in der Quantenphysik

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter

- Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens durch breite, als auch vertiefte Kenntnis der Reinen Mathematik
- Beherrschen der Grundbegriffe der Theorie von W*-Algebren, wie das von Neumannsche Bikommutantentheorem und Tomita-Takesaki Theorie
- Kennenlernen von Anwendungen auf W*-dynamische Systeme in der Quantenphysik

Literatur

- Bratteli und Robinson: Operator Algebras and Quantum Statistical Mechanics I und II, Springer Verlag

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Modulname	Zeitreihenanalyse		
Nummer	1295260	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	MAT-STD6-26	**Sprache**	deutsch
Turnus	nur im Wintersemester	**Lehreinheit**	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	Es werden Kenntnisse in 'Wahrscheinlichkeitstheorie' vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

- Beispiele für Zeitreihen
- Stationarität (stark und schwach)
- ARMA-Zeitreihen
- Schätzen im Zeitbereich
- Prognose
- Modellwahl
- Multivariate Zeitreihen und Kalman-Filter
- Anwendungen in R

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter
- Beherrschen der Grundbegriffe der Zeitreihenanalyse und Kennenlernen von Beispielen für Zeitreihen

Literatur

wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Zeitreihenanalyse				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
N.N. Dozent-Mathematik		3,0	Vorlesung/Übung	deutsch
Literaturhinweise				
wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben				

Titel der Veranstaltung				
Zeitreihenanalyse				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
N.N. Dozent-Mathematik		1,0	kleine Übung	deutsch

Modulname	Reading Course Optimierung		
Nummer	1296000510	Modulversion	
Kurzbezeichnung		Sprache	englisch
Turnus	Unregelmäßig	Lehreinheit	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	Es werden Kenntnisse in 'Einführung in die Mathematische Optimierung' und 'Lineare und Kombinatorische Optimierung' vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann die Prüferin bzw. der Prüfer auch das Take-Home-Examen als Prüfungsform wählen. 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.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

- Problemklassen Zwei- und mehrstufiger Optimierungsprobleme
- Komplexität
- Existenz und Eindeutigkeit von Optima
- Reformulierungstechniken
- Lösungsverfahren für lineare zweistufige Optimierungsproblem
- Lösungsverfahren für gemischt-ganzzahlige zweistufige Optimierungsprobleme
- Relaxierungen und Approximationen, Schnittebenen
- ausgewählte Anwendungen

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter

Die Studierenden
- können selbstständig mit mathematischer Literatur zum Schwerpunkt der Veranstaltung umgehen und wesentliche Inhalte extrahieren

• erwerben Kompetenzen in wissenschaftlicher Argumentation und Diskussion
Literatur
abhängig von der engeren thematischen Ausrichtung

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Mehrstufige Optimierung				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		3,0	Vorlesung/Übung	englisch

Modulname	Computational Algebraic Geometry		
Nummer	1296000600	**Modulversion**	
Kurzbezeichnung		**Sprache**	englisch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	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			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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.		
Zusammensetzung der Modulnote			
Inhalte			
Qualifikationsziel			
Literatur			

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

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				
Computational Algebraic Geometry				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		6,0	Vorlesung/Übung	deutsch

Titel der Veranstaltung				
Computeralgebra (Computational Algebraic Geometry)				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		6,0	Vorlesung/Übung	englisch deutsch

Modulname	Angewandte Stochastik für Aktuarwissenschaften		
Nummer	1296276500	**Modulversion**	
Kurzbezeichnung		**Sprache**	deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	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			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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-Examen als Prüfungsform wählen. Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zu erbringende Studienleistung			
Zusammensetzung der Modulnote			
Inhalte			
Qualifikationsziel			
Literatur			

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Mathematik			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Das Modul "Angewandte Stochastik für Aktuarswissenschaften" 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				
Angewandte Stochastik für Aktuarwissenschaften				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
N.N. Dozent-Mathematik		6,0	Vorlesung/Übung	

Wahlbereich Data Science

Modulname	Advanced Topics in Matrix Analysis		
Nummer	1295910	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung		**Sprache**	englisch deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer		**Einrichtung**	
SWS / ECTS	3 / 5,0	**Modulverantwortliche/r**	Studiendekan der Mathematik
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	42	**Selbststudium (h)**	108
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Es werden die Kenntnisse aus folgenden Veranstaltungen vorausgesetzt: Lineare Algebra 1 & 2, Analysis 1 & 2, Einführung in die Numerik.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann die Prüferin bzw. der Prüfer auch das Take-Home-Examen als Prüfungsform wählen. 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 Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

The first part of the course aims to give a reasonable treatment of the theory of matrix functions and numerical methods for computing them. For instance, the matrix exponential and the matrix logarithm are discussed as well as the matrix sine and cosine functions with applications. Furthermore, we will consider matrix square roots, their connection to the Polar decomposition and matrix approximation problems. In the second part of the course matrix groups (i.e. subgroups of invertible matrices) are considered. In particular, the classical special and general linear groups, the orthogonal and unitary groups and the symplectic group are analyzed from a numerical, analytical and topological point of view and several applications are discussed.

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter
- Nach Abschluss der Veranstaltung sollen die Studierenden in der Lage sein, Probleme aus dem Bereich der Matrix Analysis besser einordnen zu können und selbstständig Lösungsansätze auf der Grundlage der in der Vorlesung behandelten Thematiken entwickeln zu können.

Literatur

- Nicolas J. Higham, „Functions of Matrices“, Society for Industrial and Applied Mathematics, 2008.
- Charles Johnson, Roger Horn, „Topics in Matrix Analysis“, Cambridge University Press, 1991.

- Charles Johnson, Roger Horn, „Matrix Analysis“, Cambridge University Press, 2013.
- Andrew Baker, „Matrix Groups – An Introduction to Lie Group Theory“, Springer, 2002.
- Morton Curtis, „Matrix Groups“, Springer, 1984.
- Kristopher Tapp, „Matrix Groups for Undergraduates“, American Mathematical Society, 2005.

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Data Science			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Modulname	Algorithmen und Komplexität für Quantencomputer		
Nummer	1295950	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung		**Sprache**	deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer		**Einrichtung**	
SWS / ECTS	3 / 5,0	**Modulverantwortliche/r**	Studiendekan der Mathematik
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	42	**Selbststudium (h)**	108
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Es werden Kenntnisse in "Lineare und Kombinatorische Optimierung" oder in "Diskrete Optimierung" vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 kanndie 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 oder des Prüfers. Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

- Mathematische und physikalische Grundlagen für Quantencomputer
- Rechermodel für Quantencomputer
- Wichtige Algorithmen für Quantenrechnermodelle
- Zusammenhang von Berechenbarkeit und Quantencomputern

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter

- Beherrschung der Grundlagen zum Verständnis der Funktionsweise von Quantencomputern
- Kenntnis algorithmischer Anwendungen dieser Funktionsweisen
- Verständnis der Bedeutung von Quantencomputermodellen für die Theorie der Berechenbarkeit

Literatur

wird in der Veranstaltung bekannt gegeben

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Data Science			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Algorithmen und Komplexität für Quantencomputer				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		3,0	Vorlesung/Übung	englisch
Literaturhinweise				
(de) wird in der Veranstaltung bekannt gegeben (en) will be announced in the lecture				

Titel der Veranstaltung				
Algorithmen und Komplexität für Quantencomputer				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		1,0	Übung	englisch
Literaturhinweise				
(de) wird in der Veranstaltung bekannt gegeben (en) will be announced in the lecture				

Modulname	Bootstrap-Verfahren		
Nummer	1295090	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	BootstrVerf	**Sprache**	deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	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	Es werden Kenntnisse in 'Wahrscheinlichkeitstheorie' und 'Zeitreihenanalyse' vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

- Einfache Beispiele für Bootstrap Verfahren
- Spezifische wahrscheinlichkeitstheoretische Grundlagen
bzgl. Konsistenz von Bootstrap Verfahren
- Bootstrapkonsistenz unter Unabhängigkeit
- Edgeworth-Entwicklungen
- Bootstrap für Zeitreihen

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter

- Beherrschen der grundlegenden Beweismethoden für die Konsistenz von Bootstrap Verfahren
- Kennenlernen von Anwendungen von Bootstrap Verfahren im Bereich der Mathematischen Statistik

Literatur

wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Data Science			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Modulname	Bootstrap-Verfahren (7 LP)		
Nummer	1295090	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung		**Sprache**	deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	**Einrichtung**	
SWS / ECTS	5 / 7,0	**Modulverantwortliche/r**	
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	56	**Selbststudium (h)**	124
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann die Prüferin bzw. der Prüfer auch das Take-Home-Examen als Prüfungsform wählen. 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.		
Zusammensetzung der Modulnote			
Inhalte			
Qualifikationsziel			
Literatur			

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Data Science			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Bootstrap-Verfahren				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		5,0	Vorlesung/Übung	deutsch

Modulname	Bootstrap for Time Series in Frequency Domain		
Nummer	1295080	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	BootstrapTimeSerFrequDom	**Sprache**	deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	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			
Empfohlene Voraussetzungen	Es werden Kenntnisse in 'Zeitreihenanalyse' und 'Spektralanalytische Methoden' vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 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 Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

(...)

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter
- Verständnis der Eigenschaften verschiedener Klassen stochastischer Prozesse und Beherrschen der wichtigsten mathematischen Techniken in diesem Bereich
- Beherrschen der wichtigsten Techniken für zeitstetige finanzmathematische Modelle

Literatur

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Data Science			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Modulname	Codierungstheorie		
Nummer	1296640	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	CodierTH	**Sprache**	deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	**Einrichtung**	
SWS / ECTS	3 / 5,0	**Modulverantwortliche/r**	Studiendekan der Mathematik
Arbeitsaufwand (h)	150 h		
Präsenzstudium (h)	42	**Selbststudium (h)**	108
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Es werden Kenntnisse in Linearer Algebra vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann die Prüferin bzw. der Prüfer auch das Take-Home-Examen als Prüfungsform wählen. 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.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

Wir geben eine Einführung in die Theorie fehlerkorrigierender Codes und behandeln die dort vorkommenden Grundbegriffe sowie einige bekannte Klassen von Codes.

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter
- Kenntnis der Grundlagen der Theorie fehlerkorrigierender Codes und einiger ausgewählter Beispiele wichtiger Codes

Literatur

- W. Willems, Codierungstheorie, De Gruyter

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Data Science			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Das Modul "Codierungstheorie" besteht aus einer Vorlesung und einer Übung.
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Algebraische Codierungstheorie				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
N.N. Dozent-Mathematik		3,0	Vorlesung/Übung	deutsch

Modulname	Diskrete Optimierung		
Nummer	1295130	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	DiskOPT	**Sprache**	englisch deutsch
Turnus	nur im Sommersemester	**Lehreinheit**	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			
Empfohlene Voraussetzungen	Es werden insbesondere Kenntnisse in 'Einführung in die Mathematische Optimierung' und 'Lineare und Kombinatorische Optimierung' vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 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 Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

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

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter

- Kennenlernen von kombinatorischen und diskreten Optimierungsproblemen
- Erweiterte Kenntnisse der Komplexitätstheorie
- Beherrschen wichtiger Sätze, Beweise und Verfahren der diskreten und kombinatorischen Optimierung

- Kennenlernen allgemeiner algorithmischer Prinzipien und Problemstrukturen - Erweiterte Fähigkeit Algorithmen für Anwendungen zu entwerfen und zu analysieren, insbesondere für NP-schwere Probleme
Literatur
- W.J. Cook, W.H. Cunningham, W.R. Pulleyblank, and A. Schrijver, Combinatorial Optimization, John Wiley and Sons, 1998 - Korte/Vygen, Combinatorial Optimization, Springer, 2003 - A. Schrijver, Combinatorial Optimization, Volume A-C, Springer, 2004 - A. Schrijver, Theory of Linear and Integer Programming, Wiley, 1986 - G.L. Nemhauser, L.A. Wolsey, Integer and Combinatorial Optimization, Wiley, 1988 - L.A. Wolsey, Integer Programming, Wiley, 1998

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Data Science			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Diskrete Optimierung				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		6,0	Vorlesung/Übung	englisch
Literaturhinweise				
• W.J. Cook, W.H. Cunningham, W.R. Pulleyblank, and A. Schrijver, Combinatorial Optimization, JohnWiley and Sons, 1998 • Korte/Vygen, Combinatorial Optimization, Springer, 2003 • A. Schrijver, Combinatorial Optimization, Volume A-C, Springer, 2004 • A. Schrijver, Theory of Linear and Integer Programming, Wiley, 1986 • G.L. Nemhauser, L.A. Wolsey, Integer and Combinatorial Optimization, Wiley, 1988 • L.A. Wolsey, Integer Programming, Wiley, 1998				

Titel der Veranstaltung				
Diskrete Optimierung				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		1,0	kleine Übung	englisch

Modulname	Dynamische Optimierung		
Nummer	1295340	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	DynOPT	**Sprache**	englisch deutsch
Turnus	nur im Wintersemester	**Lehreinheit**	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			
Empfohlene Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 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 Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

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

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter

- Kennenlernen der Problemstellung der Optimalen Steuerung, der Parameterschätzung, der optimalen Versuchsplanung und der Modelldiskriminierung
- Unterscheiden und Beherrschen grundsätzlicher Herangehensweisen auf dem Gebiet der optimalen Steuerung
- Vertieftes Kennenlernen von Möglichkeiten zur Analyse, Interpretation und Effizienzsteigerung numerischer Algorithmen am Beispiel der Optimalen Steuerung

Literatur

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

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Data Science			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN

Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen

Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Dynamische Optimierung				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		6,0	Vorlesung/Übung	englisch

Titel der Veranstaltung				
Dynamische Optimierung				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		2,0	kleine Übung	englisch

Modulname	Funktionale Zeitreihen		
Nummer	1295390	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	FktionalZR	**Sprache**	deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	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	Es werden Kenntnisse in 'Zeitreihenanalyse' vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

Es wird eine Auswahl der folgenden Themen behandelt:
- Beispiele für funktionale Zeitreihen
- Hilbert-Raum Grundlagen für funktionale Zeitreihen
- Definition wichtiger Kenngrößen für funktionale Zeitreihen: Mittelwert- und Kovarianzoperator
- Funktionale autoregressive Modelle: Existenz, Schätzung und Vorhersage
- Funktionale Zeitreihen und Frequenzbereich

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter

Literatur

wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Data Science			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Funktionale Zeitreihen				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		3,0	Vorlesung/Übung	deutsch

Modulname	Gemischt-ganzzahlige Nichtlineare Optimierung (MINLP)		
Nummer	1295420	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	MINLP	**Sprache**	deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	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	Es werden Inhalte aus 'Einführung in die Mathematische Optimierung' oder 'Lineare und Kombinatorische Optimierung" vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann die Prüferin bzw. der Prüfer auch das Take-Home-Examen als Prüfungsform wählen. 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 Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

- Die Problemklasse MINLP, Darstellung, Konvexität, Berechenbarkeit
- Modellierung von Optimierungsproblemen mit kombinatorischen und nichtlinearen Phänomenen durch MINLP
- Enumeration, Branch-and-Bound-Verfahren
- Schnittebenenverfahren für MINLP
- Konvexe und nichtkonvexe MINLP, Verfahren für nichtkonvexe MINLP
- Benders' Decomposition, Outer Approximation, Feasibility Pump
- Ausgewählte Heuristiken zur Beschleunigung
- Modellierungssprachen und Software zur gemischt-ganzzahligen nichtlinearen Optimierung
- Gemischt-ganzzahlige nichtlineare Optimierung bei dynamischen Nebenbedingungen

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter

- Kennenlernen der Problemstellung der gemischt-ganzzahligen nichtlinearen Optimierung
-Vertieftes Kennenlernen von Algorithmen zur Lösung von MINLPs und Fähigkeit zu deren Anwendung bei spezifischen Problemstellungen

Literatur
wird in der Vorlesung bekannt gegeben

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Data Science			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Gemischt-ganzzahlige Nichtlineare Optimierung (MINLP)				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		2,0	Vorlesung/Übung	deutsch

Modulname	Informationstheorie und Signalverarbeitung		
Nummer	1295500	Modulversion	V2
Kurzbezeichnung	InfoSignal	Sprache	deutsch
Turnus	Unregelmäßig	Lehreinheit	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			
Empfohlene Voraussetzungen	Grundkenntnisse zu stochastischen Prozessen sind wünschenswert.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte
- Grundbegriffe der Kodierungstheorie, - Kraft-Ungleichung und der Satz von McMillan, - Unabhängig identisch verteilte Informationsquellen und Huffman-Kodes, - Entropie und andere Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitstheorie, - Stochastische Prozesse und Entropieraten, - Shannons Theorem für unabhängig identisch verteilte Zufallsvariablen, - Das Gesetz der großen Zahlen und der Gleichverteilungssatz, - Universelle Kodierungen und Lempel-Ziv-Kodierung, - Rate Distortion Theory

Qualifikationsziel
- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik - Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik - Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden - Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter - Verständnis der optimalen Kodierung zufälliger Datenquellen - Berechnung optimale Kodierungen mit Hilfe der Entropierate des zugehörigen stochastischen Prozesses als zentrale Größe

Literatur
- Thomas Cover, Joy Thomas: „Elements of Information Theory“, Wiley Series on Telecommunication

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Data Science			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Modulname	Introduction to Quantum Information Theory		
Nummer	1294540	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung		**Sprache**	englisch deutsch
Turnus	nur im Sommersemester	**Lehreinheit**	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer		**Einrichtung**	
SWS / ECTS	4 / 6,0	**Modulverantwortliche/r**	
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	56	**Selbststudium (h)**	124
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Grundkenntnisse der klassischen Informationstheorie werden empfohlen		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann die Prüferin bzw. der Prüfer auch das Take-Home-Examen als Prüfungsform wählen. 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.		
Zusammensetzung der Modulnote			

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

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

Literatur

- A. Holevo: Quantum Systems, Channels, Information

-....

-...

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Data Science			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Introduction to Quantum Information Theory				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
N.N. Dozent-Mathematik		3,0	Vorlesung/Übung	englisch deutsch

Titel der Veranstaltung				
Introduction to Quantum Information Theory				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
N.N. Dozent-Mathematik		1,0	kleine Übung	deutsch

Modulname	Introduction to Quantum Information Theory		
Nummer	1294540	**Modulversion**	
Kurzbezeichnung		**Sprache**	
Turnus	nur im Sommersemester	**Lehreinheit**	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	**Einrichtung**	
SWS / ECTS	4 / 6,0	**Modulverantwortliche/r**	
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	56	**Selbststudium (h)**	124
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Grundkenntnisse der klassischen Informationstheorie werden empfohlen		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	1 Klausur oder mündlichen Prüfung nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.		
Zu erbringende Studienleistung	1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.		
Zusammensetzung der Modulnote			

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

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

Literatur

- A. Holevo: Quantum Systems, Channels, Information

-....

-...

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Data Science			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Introduction to Quantum Information Theory				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
N.N. Dozent-Mathematik		3,0	Vorlesung/Übung	englisch deutsch

Titel der Veranstaltung				
Introduction to Quantum Information Theory				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
N.N. Dozent-Mathematik		1,0	kleine Übung	deutsch

Modulname	Introduction to the Theory of Bootstrap for Time Series		
Nummer	1295530	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	IntroBootsTimeSer	**Sprache**	deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	**Einrichtung**	
SWS / ECTS	5 / 8,0	**Modulverantwortliche/r**	
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	70	**Selbststudium (h)**	170
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Es werden Kenntnisse in 'Zeitreihenanalyse' und 'Spektralanalytische Methoden' vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 oder des Prüfers. Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

Es wird eine Auswahl der folgenden Themen behandelt:
- Simple examples for Bootstrap procedures
- Specific probabilistic and statistical foundations for Bootstrap procedures
- Consistency of Bootstrap procedures
- AR-Sieve Bootstrap and regression-type Bootstrap procedures
- Block Bootstrap, Circular and Stationary Bootstrap
- Subsampling
- Bootstrap in frequency domain
- Applications

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter

- Verständnis der Eigenschaften verschiedener Klassen stochastischer Prozesse und Beherrschen der wichtigsten mathematischen Techniken in diesem Bereich
- Beherrschen der wichtigsten Techniken für zeitstetige finanzmathematische Modelle

Literatur

wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Data Science			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Modulname	Inverse Probleme		
Nummer	1295880	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	MAT-STD6-88	**Sprache**	deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	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/ Prüfungsform	1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann die Prüferin bzw. der Prüfer auch das Take-Home-Examen als Prüfungsform wählen. 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.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

- Kompakte Operatoren, Pseudo-Inverse
- Regulasierungsmethoden, Ordnungsoptimalität
- Tikhonov-Regularisierung, Landweberverfahren, CG-Verfahren
- A-priori und a-posteriori Parameterwahl
- ggf. nichtlineare Probleme oder konvexe variationale Regularisierung

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter
- Kennenlernen des Begriffs eines "schlecht gestellten Problems", von Regularisierungsverfahren und deren Eigenschaften
- Fähigkeit zur Bearbeitung schlecht gestellter Probleme mit dem Computer zur Berechnung von Regularisierungen

Literatur

- Rieder, Keine Probleme mit Inversen Problemen, Vieweg, 2003 (deutsch)
- Engl, Hanke, Neubauer, Regularization of Inverse Problems, Kluwer, 2000 (english)

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Data Science			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Inverse Probleme				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		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)				

Modulname	Kontinuierliche Optimierung in Data Science		
Nummer	1294110	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung		**Sprache**	deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer		**Einrichtung**	
SWS / ECTS	3 / 5,0	**Modulverantwortliche/r**	Studiendekan der Mathematik
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	42	**Selbststudium (h)**	108
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 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 oder des Prüfers. Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

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

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter

- Kennenlernen exemplarischer Aufgabenstellungen aus dem Bereich Data Science
- Erwerb von ausgewählten Problemlösefähigkeiten mit Mitteln der kontinuierlichen

Optimierung - Beherrschen von Theorie und Algorithmik der kontinuierlichen Optimierung im Zusammenhang mit statistischen Phänomenen der Datengrundlagen
Literatur
wird in der Veranstaltung bekannt gegeben

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Data Science			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

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

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

Modulname	Kryptographie		
Nummer	1295010	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	KryptoGRAPH	**Sprache**	deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	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			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann die Prüferin bzw. der Prüfer auch das Take-Home-Examen als Prüfungsform wählen. 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.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

- Einführung in die Kryptographie
- Symmetrische und asymmetrische Kryptosysteme
- Methoden der Public Key Kryptographie
- Primzahltests und Faktorisierungsverfahren
- Geschichte der Kryptographie

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter
- Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten in der Reinen Mathematik mit dem Ziel der Anwendung auf Probleme der Kommunikationstheorie
- Das Beherrschen von algebraischen und zahlentheoretischen Methoden in der Public-Key Kryptographie und bei Signaturverfahren
- Die Fähigkeit, die Komplexität der Faktorisierung von Zahlen und das Konzept des diskreten Logarithmus für kryptographische Zwecke zu nutzen

Literatur

- O. Forster: Algorithmische Zahlentheorie, Vieweg Verlag, 1996
- N. Koblitz: A course in number theory and cryptography, Springer Verlag, 1994
- J. Hoffstein, J. Pipher, J. Silverman: An Introduction to Mathematical Cryptography, Springer Verlag, 2008

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Data Science			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Modulname	Markov Prozesse		
Nummer	1294990	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung		**Sprache**	englisch
Turnus	nur im Wintersemester	**Lehreinheit**	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer		**Einrichtung**	
SWS / ECTS	6 / 10,0	**Modulverantwortliche/r**	Studiendekan der Mathematik
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	84	**Selbststudium (h)**	216
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Es werden Kenntnisse in 'Wahrscheinlichkeitstheorie', 'Diskrete Finanzmathematik' und 'Zeitreihenanalyse' vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 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 Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			
Inhalte			
Qualifikationsziel			
Literatur			
wird in der Veranstaltung bekannt gegeben			

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Data Science			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Markov Prozesse				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		6,0	Vorlesung/Übung	englisch deutsch

Modulname	Maschinelles Lernen mit neuronalen Netzen		
Nummer	1296590	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	MAT-STD5-59	**Sprache**	deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	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	Es werden Kenntnisse in Analysis und linearer Algebra vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

- Mehrschichtige neuronale Netze
- Backpropagation-Algorithmus
- Regularisierung
- Stochastische Gradientenverfahren
- Optimierungsmethoden zweiter Ordnung

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter
- Fähigkeit der Charakterisierung neuronaler Netze anhand mathematischer Größen und Begriffe
- Kennenlernen verschiedener Einsatzgebiete und Anwendungen neuronaler Netze
- Verständnis von Optimierungsmethoden für das Training neuronaler Netze

Literatur

- I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville, Deep Learning, MIT Press, 2017
- C. M. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Data Science			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Maschinelles Lernen mit neuronalen Netzen				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		3,0	Vorlesung/Übung	englisch

Titel der Veranstaltung				
Maschinelles Lernen mit neuronalen Netzen				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		1,0	kleine Übung	englisch

Modulname	Maschinelles Lernen und Anwendungen in der Luft- und Raumfahrt		
Nummer	1296000000	**Modulversion**	
Kurzbezeichnung		**Sprache**	englisch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	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	Es werden grundlegende Kenntnisse in linearer Algebra und Analysis vorausgesetzt. Grundkenntnisse der Stochastik sind hilfreich, werden aber nicht vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann die Prüferin bzw. der Prüfer auch das Take-Home-Examen als Prüfungsform wählen. 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.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

- Grundlagen des maschinellen Lernens
- Tiefe neuronale Netze
- Informiertes maschinelles Lernen
- Erklärbares maschinelles Lernen
- Hyperparameter-Optimierung

Qualifikationsziel

Die Studierenden lernen prototypische Prozessschritte in der praktischen Anwendung des maschinellen Lernens anhand von Beispielen aus der Luft- und Raumfahrtindustrie kennen. Sie erwerben die Fähigkeit Lernalgorithmen mit mathematischen Begriffen zu formulieren und kennen mathematische Grundlagen für eine fundierte Auswahl und Ablaufsteuerung von Lernalgorithmen in der Praxis.

Literatur

- GOODFELLOW, Ian; BENGIO, Yoshua; COURVILLE, Aaron. Deep learning. MIT press, 2016.

- VON RUEDEN, Laura, et al. Informed Machine Learning – A taxonomy and survey of integrating prior knowledge into learning systems. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 2021.
- SAMEK, Wojciech, et al. Explaining deep neural networks and beyond: A review of methods and applications. Proceedings of the IEEE, 2021.

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Data Science			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Maschinelles Lernen und Anwendungen in der Luft- und Raumfahrt				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		2,0	Vorlesung	englisch deutsch

Titel der Veranstaltung				
Maschinelles Lernen und Anwendungen in der Luft- und Raumfahrt				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		1,0	kleine Übung	englisch deutsch

Modulname	Mathematical Foundations of Information Theory and Coding Theory		
Nummer	1294600	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung		**Sprache**	
Turnus	nur im Wintersemester	**Lehreinheit**	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			
Empfohlene Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	1 Prüfungsleistung in Form einer mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder 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 oder des Prüfers. Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

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

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 wesentlichen Grundlagen des Gebietes
- können einzelne Methoden in einen größeren Zusammenhang einordnen

Literatur

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

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Data Science			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Das Modul "Mathematical Foundations of Information Theory and Coding Theory" besteht aus einer Vorlesung und einer Übung. Die "kleine Übung" ist nur verpflichtend, wenn diese anstelle der "großen Übung" angeboten wird.
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Mathematical Foundations of Information Theory and Coding Theory				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
N.N. Dozent-Mathematik		3,0	Vorlesung/Übung	englisch deutsch

Modulname	Mathematical Foundations of Information Theory and Coding Theory		
Nummer	1294600	**Modulversion**	
Kurzbezeichnung		**Sprache**	
Turnus	nur im Wintersemester	**Lehreinheit**	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			
Empfohlene Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	1 Prüfungsleistung in Form einer mündlichen Prüfung nach Vorgabe der Prüferin oder 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 oder des Prüfers.		
Zusammensetzung der Modulnote			

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

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 wesentlichen Grundlagen des Gebietes
- können einzelne Methoden in einen größeren Zusammenhang einordnen

Literatur

- Cover & Thomas „Elements of Information Theory“ (Wiley)

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Data Science			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Mathematical Foundations of Information Theory and Coding Theory				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
N.N. Dozent-Mathematik		3,0	Vorlesung/Übung	englisch deutsch

Modulname	Mathematische Bildverarbeitung		
Nummer	1295570	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	MathBildverarb	**Sprache**	deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	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			
Empfohlene Voraussetzungen	Kenntnisse in 'Einführung in die Numerik' werden voraugesetzt. Kenntnisse in 'Funktionalanalysis' sind hilfreich.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 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 Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

- Interpolation und Abtasten, Histogramme
- Lineare und Morphologische Filter

Eine Auswahl aus den Themen: Frequenzmethoden, Abtasttheorem, Anwendungen von partielle Differentialgleichungen oder Variationsmethoden.

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter

- Verständnis der Charakterisierung der Qualität eines Bildes durch mathematische Größen
- Kennenlernen der wichtigsten Grundaufgaben der Bildverarbeitung und verschiedener 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

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Data Science			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Mathematische Bildverarbeitung				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		4,0	Vorlesung/Übung	englisch

Literaturhinweise

- 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

Modulname	Mathematische Statistik und Finanzzeitreihen		
Nummer	1295620	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	MathStatFiZR	**Sprache**	deutsch
Turnus	nur im Wintersemester	**Lehreinheit**	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			
Empfohlene Voraussetzungen	Es werden Kenntnisse in 'Wahrscheinlichkeitstheorie', 'Diskrete Finanzmathematik' und 'Zeitreihenanalyse' vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 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 Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

- Statistische Modelle
- Maximum-Likelihood Schätzer
- Optimalität statistischer Entscheidungsverfahren
- Asymptotische Beurteilung von Schätzverfahren und statistischen Tests
- Beispiele für Finanzzeitreihen
- Volatilitätsmodellierung
- GARCH-Modelle von heteroskedastische Zeitreihenmodelle
- Existenz stationärer Lösungen in GARCH-Modellen
- Parameterschätzung in GARCH-Modellen
- Anwendung auf reale Datensätze
- Zinstrukturmodelle

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter

- Kennenlernen und Beherrschen der wichtigsten Methoden in der Mathematischen Statistik zur Beurteilung der Güte und Optimalität von Schätz- und Testverfahren

- Fähigkeit zur Entwicklung von (optimalen) Konfidenzbereichen
- Kennenlernen spezieller statistischer Verfahren für hochdimensionale Daten
- Verständnis der grundlegenden wahrscheinlichkeitstheoretischen Behandlung von Finanzzeitreihen und Erwerb von Kenntnissen über Eigenschaften statistischer Verfahren dafür
- Befähigung zur Modellierung realer Daten

Literatur
wird in der Veranstaltung bekannt gegeben

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Data Science			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Mathematische Statistik und Finanzzeitreihen				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		6,0	Vorlesung/Übung	englisch

Modulname	Modellreduktion		
Nummer	1295720	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	Modellred	**Sprache**	deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	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			
Empfohlene Voraussetzungen	Grundkenntnisse in 'Analysis', 'Lineare Algebra' und 'Numerik' werden vorausgesetzt. Kenntnisse in 'Funktionalanalysis', 'Partielle Differentialgleichungen' und 'Numerik gewöhnlicher DGL' sind hilfreich, aber nicht zwingend erforderlich.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	1 Prüfungsleistung in Form eines Portfolios, 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, 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 oder des Prüfers. Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

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

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter

- Verständnis des Konzepts und der Anwendungen der Modellreduktion
- Beherrschen der wichtigsten Verfahren der (nicht)linearen Modellreduktion
- Verständnis der grundlegenden Grenzen der Anwendbarkeit der Verfahren

- Fähigkeit zur Beurteilung der Güte und Optimalität der erreichbaren Approximation
Literatur
wird in der Veranstaltung bekannt gegeben

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Data Science			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Modellreduktion				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		4,0	Vorlesung/Übung	englisch
Literaturhinweise				
(de) wird in der Veranstaltung bekannt gegeben (en) will be announced in the lecture				

Modulname	Modellreduktion linearer zeitinvarianter Systeme		
Nummer	1294220	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	ModellredLinZeitinvSyst	**Sprache**	
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer		**Einrichtung**	Department Mathematik
SWS / ECTS	6 / 10,0	**Modulverantwortliche/r**	Studiendekan der Mathematik
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	84	**Selbststudium (h)**	216
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Es werden Kenntnisse in 'Einführung in die Numerik', 'Analysis 3/Gewöhnliche DGL' und 'Numerik gewöhnlicher DGL' vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 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 Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

Qualifikationsziel
- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik - Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik - Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden - Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter

Literatur
wird in der Veranstaltung bekannt gegeben

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Data Science			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Modellreduktion linearer zeitinvarianter Systeme				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		6,0	Vorlesung/Übung	deutsch

Modulname	Nichtnegativität und polynomielle Optimierung		
Nummer	1295920	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung		**Sprache**	
Turnus	SSem alle 2 Jahre	**Lehreinheit**	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer		**Einrichtung**	
SWS / ECTS	6 / 10,0	**Modulverantwortliche/r**	Studiendekan der Mathematik
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	84	**Selbststudium (h)**	216
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Es werden Kenntnisse aus der Vorlesung „Algebra“ vorausgesetzt. Vorkenntnisse aus den Bereichen lineare/konvexe Optimierung, kommutative Algebra, oder (computerorientierte) algebraische Geometrie sind sinnvoll, werden aber nicht vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 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 Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

- Klassische Nichtnegativität und Summen von Quadraten (SOS)
- Semidefinite Optimierung: Bezug zu SOS, Momenten, Spektraedern
- Positivstellensätze: Grundlage polynomieller Optimierung unter Nebenbediungen
- 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

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter

- Verständnis der Kernaussagen der reell algebraischen Geometrie zu Nichtnegativität und deren Bezug zur polynomiellen Optimierung

- Verständnis der 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. Parillo, R.R. Thomas "Semidefinite Optimization and Convex Algebraic Geometry", MOS-SIAM Series on Optimization, 2013. - J.B. Lasserre: "An Introduction to Polynomial and Semi-Algebraic Optimization", Cambridge University Press, 2015. - J.B. Lasserre: "Moments, Positive Polynomials and Their Applications", Imperial College Press, 2009. - M. Marshall: "Positive Polynomials and Sums of Squares", Mathematical Surveys and Monographs, AMS, 2008.

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Data Science			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Nichtnegativität und polynomielle Optimierung				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		6,0	Vorlesung/Übung	englisch
Literaturhinweise				
• 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.				

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

Modulname	Nichtparametrische Statistik		
Nummer	1295740	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	NichtparametrStat	**Sprache**	deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	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	Es werden Kenntnisse in 'Wahrscheinlichkeitstheorie' und in ‚Mathematischer Statistik' vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann die Prüferin bzw. der Prüfer auch das Take-Home-Examen als Prüfungsform wählen. 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.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

- Kern- und lokal polynomiale Schätzer für Wahrscheinlichkeitsdichten und Regressionsfunktionen
- Bias-Varianz Zerlegung
- Optimale asymptotische Konvergenzraten unter Glattheitsannahmen
- Asymptotische Risikoschranken
- Weitere nichtparametrische Schätzer für Regressionsfunktionen (auch unter sog. shape constraints wie z. B. Monotonie oder Konvexität)
- Bandweitenwahl
- Variierende vertiefende Aspekte (z. B. Bootstrap)

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter

- Kennenlernen von Kernschätzmethoden und andere Glättungsverfahren der Statistik
- Beherrschen des grundsätzlichen methodischen Vorgehens
- Kennenlernen von Bootstrap-Verfahren und weitere Resamplingtechniken

Literatur
wird in der Veranstaltung bekannt gegeben

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Data Science			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Nichtparametrische Statistik				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		3,0	Vorlesung/Übung	deutsch

Modulname	Nichtparametrische Statistik inkl. Spezialisierung		
Nummer	1295730	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	NichtparametrStatInklSpez	**Sprache**	deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	**Einrichtung**	
SWS / ECTS	5 / 8,0	**Modulverantwortliche/r**	
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	70	**Selbststudium (h)**	170
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Kenntnisse in ‚Wahrscheinlichkeitstheorie‘ und ‚Mathematischer Statistik‘ werden vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 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.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

- Kern- und lokal polynomiale Schätzer für Wahrscheinlichkeitsdichten und Regressionsfunktionen
- Bias-Varianz Zerlegung
- optimale asymptotische Konvergenzraten unter Glattheitsannahmen
- asymptotische Risikoschranken
- weitere nichtparametrische Schätzer für Regressionsfunktionen (auch unter sog. shape constraints wie z.B. Monotonie oder Konvexität)
- Bandweitenwahl
- Variierende vertiefende Aspekte (z.B. Bootstrap)

[Spezialsierung]
Inhalt je nach Wahl der Spezialisierung

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter

- Kennenlernen von Kernschätzmethoden und andere Glättungsverfahren der Statistik - Beherrschen des grundsätzlichen methodischen Vorgehens - Kennenlernen von Bootstrap-Verfahren und weitere Resamplingtechniken
Literatur
Wird zu Beginn der jeweiligen Veranstaltung bekannt gegeben.

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Data Science			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Nichtparametrische Statistik				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		3,0	Vorlesung/Übung	deutsch

Titel der Veranstaltung				
Spektralanalytische Methoden der Zeitreihenanalyse				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		3,0	Vorlesung/Übung	deutsch

Titel der Veranstaltung				
Nichtparametrische Statistik				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		1,0	Übung	deutsch

Modulname	Numerical Methods and Learning from Data		
Nummer	12960000070	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung		**Sprache**	englisch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer		**Einrichtung**	
SWS / ECTS	6 / 10,0	**Modulverantwortliche/r**	Studiendekan der Mathematik
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	84	**Selbststudium (h)**	216
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Voraussetzung sind gute Kenntnisse in "Linearer Algebra", "Analysis 1 und 2" und "Einführung in die Numerik". Darüber hinaus sind Kenntnisse in Stochastik und Optimierung wichtig, auch wenn diese hier teilweise kurz wiederholt werden. Erwartet werden weiterhin gute Programmierkenntnisse, wie sie etwa durch den Besuch der Computerorientierten Mathematik und einem Computerpraktikum im Bachelorstudium Mathematik/FWM erworben werden können.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 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.		
Zusammensetzung der Modulnote			

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

Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter

- Behandlung numerischer Methoden, die Eingang finden in Techniken im Bereich Data Science, etwa Deep Learning oder Machine Learning - Grundzüge des Learnings vermitteln, etwa Deep Learning Networks
Literatur
Gilbert Strang: Linear Algebra and Learning from Data, Wellesley – Cambridge Press, 2019

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Data Science			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Numerical Methods and Learning from Data Veranstaltung				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		6,0	Vorlesung/Übung	deutsch

Modulname	Numerische Methoden für Markov-Ketten		
Nummer	1295780	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	NumMethMarkov	**Sprache**	deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	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	Es werden insbesondere Kenntnisse aus der "Einführung in die Numerik" vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann die Prüferin bzw. der Prüfer auch das Take-Home-Examen als Prüfungsform wählen. 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.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

Nach einer (kurzen) Einführung in die Theorie der Markov-Ketten wird sich diese Vorlesung hauptsächlich mit drei Klassen von numerischen Lösungsverfahren für Markov-Ketten beschäftigen: direkte Verfahren, iterative Verfahren und Projektionsverfahren.
Direkte Verfahren können alle als Varianten des Gaußschen Eliminationsverfahrens interpretiert werden. Bei den iterativen Verfahren werden die Potenzmethode, das Jacobi-, das Gauß-Seidel- und das SOR-Verfahren betrachtet. Wie bei den direkten Verfahren werden dabei insbesondere die speziellen Eigenschaften, die sich durch die Markov-Ketten ergeben, diskutiert. Ebenso wird die Stabilität der Verfahren und ihr Konvergenzverhalten untersucht. Die Anwendung von Projektionsverfahren zur Lösung von Markov-Ketten wird ebenfalls diskutiert. Hier werden u.a. das Arnoldi- und das GMRES-Verfahren genauer betrachtet.

Sollte es die Zeit erlauben, wird am Ende auf Markov-Ketten, deren zugrundeliegende Übergangsmatrizen spezielle Struktur (z.B. zyklisch, periodisch oder obere Block-Hessenberg-Struktur) haben, eingegangen. Durch Ausnutzen dieser speziellen Strukturen lassen sich aus den besprochenen Standard-Verfahren oft schnellere Lösungsalgorithmen entwickeln.

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik

- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter
- Die Studierenden kennen direkte und iterative Lösungsverfahren für Markov-Ketten.
- Die Studierenden haben die Fähigkeit, die theoretischen Eigenschaften dieser Verfahren zu bewerten.
- Die Studierenden können abwägen, welches der Verfahren für welche Anwendungssituation das geeignete ist.

Literatur

- William J. Stewart, Introduction to the Numerical Solution of Markov Chains, Princeton University Press

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Data Science			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Modulname	Numerische Methoden in der Finanzmathematik		
Nummer	1295790	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	NumMethFiMa	**Sprache**	deutsch
Turnus	nur im Wintersemester	**Lehreinheit**	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			
Empfohlene Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden Kenntnisse in 'Einführung in die Numerik' und 'Einführung in die Stochastik', wie diese in den BSc-Studiengängen Mathematik/FWM an der TUBS aktuell vermittelt werden. Hilfreich aber nicht notwendig sind Kenntnisse in 'Wahrscheinlichkeitstheorie' sowie einer weiteren Numerik-Veranstaltung wie etwa 'Numerik gewöhnlicher Differenzialgleichungen'.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	1 Prüfungsleistung in Form eines Portfolios, 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 Prüfungsmodalitäten, 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 oder des Prüfers. Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

- Optionen und Optionspreismodelle
- Binomialmethode
- Aktienkursmodelle und numerische Simulation
- Black-Scholes-Gleichung und numerische Methoden hierfür

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter
- Kennenlernen mathematischer Modelle von Finanzderivaten
- Verständnis der grundlegenden Ideen numerischer Methoden zur Berechnung von Optionspreisen und die Fähigkeit, die theoretischen Eigenschaften dieser Verfahren zu bewerten

- Fähigkeit zur Implementierung einfacher Programmcodes für die verschiedenen Löser, die bei Anwendungsprobleme in der Finanzmathematik auftreten
Literatur
- Seydel, R. Tools for Computational Finance, Springer - Günther, M., Jüngel, A. Finanzderivate mit MATLAB, Vieweg

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Data Science			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Modulname	Online-Optimierung und Optimierungsbasierte Regelung		
Nummer	1295650	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	OnlineOPT	**Sprache**	deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	**Einrichtung**	
SWS / ECTS	6 / 10,0	**Modulverantwortliche/r**	Studiendekan der Mathematik
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	42	**Selbststudium (h)**	108
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 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.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

- Explizite Modellprädiktive Regelung
- Lineare Modellprädiktive Regelung
- Homotopieverfahren
- Aktive-Mengen-Verfahren
- Nichtlineare Modellprädiktive Regelung
- Anfangswerteinbettung
- Echtzeititerationen
- Inexakte Ableitungen und Newton-Typ-Verfahren
- Zustandsschätzung: Kalman-Filter, Moving Horizon Estimation

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter
- Kennenlernen der Problemstellung der Optimierung unter Echtzeitbedingungen, der Optimierungsbasierten Regelung, sowie der Optimierungsbasierten Zustandsschätzung jeweils bei nichtlinearen dynamischen Systemen
- Vertieftes Kennenlernen von nichtlinearen Optimierungsverfahren, Möglichkeiten zur deren Beschleunigung im Echtzeitkontext, sowie theoretische Fundierung dieser Ansätze

Literatur
- Camacho, Bordons: Model Predictive Control, Springer, 2007. - Grüne, Pannek: Nonlinear Model Predictive Control, Springer, 2011. - Nocedal, Wright: Numerical Optimization, Springer, 2006. - Allgöwer, Zhang: Nonlinear Model Predictive Control, Springer, 2000. - M. Gerdts: Optimal Control of ODEs and DAEs, De Gruyter, 2011. - A. E. Bryson, Y.-C. Ho: Applied Optimal Control: Optimization Estimation and Control, Routledge, 1975. - Y. Bard: Nonlinear Parameter Estimation, Academic Press, 1974

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Data Science			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Modulname	Optimierung in Maschinellem Lernen und Datenanalyse 1		
Nummer	1295660	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	OptMaschLernDatAna	**Sprache**	deutsch
Turnus	nur im Sommersemester	**Lehreinheit**	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	Es werden Kenntnisse aus Lineare Algebra, Analysis, Lineare und Kombinatorische Optimierung und aus Diskrete Optimierung sowie Grundkenntnisse im Bereich Wahrscheinlichkeitstheorie vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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.		
Zusammensetzung der Modulnote			

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 Neuronalenetze beinhalten.

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter

- Kennenlernen 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

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Data Science			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Optimierung in Maschinellem Lernen und Datenanalyse 1				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		3,0	Vorlesung/Übung	deutsch
Literaturhinweise				
(de) wird in der Veranstaltung bekannt gegeben (en) will be announced in the lecture				

Modulname	Risiko- und Extremwerttheorie		
Nummer	1295690	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	RisikoExtrWTH	**Sprache**	deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	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	Es werden Kenntnisse in 'Wahrscheinlichkeitstheorie' vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann die Prüferin bzw. der Prüfer auch das Take-Home-Examen als Prüfungsform wählen. 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.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

- Grundlegende Modellierung von Gesamtschadenverteilungen
- Zusammengesetzte Poissonprozesse
- Prämienkalkulation
- Approximation der Gesamtschadenverteilung
- Schadenreservierung und Rückstellung
- Rückversicherung und Schadenteilung inkl. Prämienaufteilung
- Ruintheorie: Cramèr-Lundberg-Modell, Lundberg-Ungleichung und -Koeffizient
- Risikomaße und deren Eigenschaften: Value-at-Risk, expected shortfall, Kohärenz
- Copulas mit Anwendungen, Rangkorrelationen
- Credibility-Theorie und Credibility-Schätzer, Bühlmann-Straub-Modell
- Extremwerttheorie: Grundlagen, Extremwertverteilungen, Grenzwertaussagen und Anziehungsbereiche

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter
- Beherrschen der grundlegenden Methoden der Schadenversicherungsmathematik einschließlich Tarifierung, Rückstellung und Schadenreservierung

- Kennenlernen von Grundlagen aus dem Bereich Ruintheorie und der Rückversicherungsmathematik sowie der Extremwerttheorie
Literatur
wird in der Veranstaltung bekannt gegeben

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Data Science			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Risiko- und Extremwerttheorie				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		3,0	Vorlesung/Übung	deutsch
Literaturhinweise				
(de) wird in der Veranstaltung bekannt gegeben (en) will be announced in the lecture				

Titel der Veranstaltung				
Risk and Extreme Value Theory				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		3,0	Vorlesung/Übung	englisch

Modulname	Risiko- und Extremwerttheorie inkl. Spezialisierung		
Nummer	1295680	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	RisikoExtrWTHinklSpez	**Sprache**	deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	**Einrichtung**	
SWS / ECTS	5 / 8,0	**Modulverantwortliche/r**	
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	70	**Selbststudium (h)**	170
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Es werden Kenntnisse in 'Wahrscheinlichkeitstheorie' vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 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 oder des Prüfers. Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

[Risiko- und Extremwerttheorie (V)]
- Grundlegende Modellierung von Gesamtschadenverteilungen
- Zusammengesetzte Poissonprozesse
- Prämienkalkulation
- Approximation der Gesamtschadenverteilung
- Schadenreservierung und Rückstellung
- Rückversicherung und Schadenteilung inkl. Prämienaufteilung
- Ruintheorie: Cramér-Lundberg-Modell, Lundberg-Ungleichung und -Koeffizient
- Risikomaße und deren Eigenschaften: Value-at-Risk, expected shortfall, Kohärenz
- Copulas mit Anwendungen, Rangkorrelationen
- Credibility-Theorie und Credibility-Schätzer, Bühlmann-Straub-Modell
- Extremwerttheorie: Grundlagen, Extremwertverteilungen, Grenzwertaussagen

[Spezialisierung]
Inhalt je nach Wahl der Spezialisierung

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter

- Beherrschung der grundlegenden Methoden der Schadensversicherungsmathematik einschließlich Tarifierung, Rückstellung und Schadenreservierung - Kennenlernen von Grundlagen aus dem Bereich Ruintheorie und der Rückversicherungsmathematik sowie der Extremwerttheorie - Erwerb vertiefter Kenntnisse in einem Bereich der Statistik, Zeitreihen oder der stochastischen Prozesse
Literatur
Wird zu Beginn der jeweiligen Veranstaltung bekannt gegeben.

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Data Science			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Nichtparametrische Statistik				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		3,0	Vorlesung/Übung	deutsch

Titel der Veranstaltung				
Spektralanalytische Methoden der Zeitreihenanalyse				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		3,0	Vorlesung/Übung	deutsch

Modulname	Spektralanalytische Methoden der Zeitreihenanalyse		
Nummer	1295460	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	SpektralanalytMethZRA	**Sprache**	deutsch
Turnus	nur im Sommersemester	**Lehreinheit**	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	Es werden Kenntnisse in 'Wahrscheinlichkeitstheorie' und 'Zeitreihenanalyse' vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann die Prüferin bzw. der Prüfer auch das Take-Home-Examen als Prüfungsform wählen. 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 Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

- Spektralmaß und Spektraldichte einer stationären Zeitreihe
- Spektralsatz für stationäre Zeitreihen
- Filterung stationärer Zeitreihen, Anwendungen auf ARMA-Modelle
- Periodogramm und dessen asymptotische Eigenschaften
- Integrierte Periododgramme und deren asymptotische Eigenschaften
- Konsistente nichtparametrische Schätzung der Spektraldichte (smoothed periodograms und lag-window Schätzer)
- Konfidenzintervalle für die Spektraldichte und parametrische Spektraldichteschätzung, pere-whitening

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter
- Kennenlernen der spektralanalytische Methoden der Zeitreihenanalyse
- Kennenlernen der Integration deterministischer Funktionen nach Prozessen mit orthogonalen Inkrementen bzw. nach Maßen mit orthogonalen Werten
- Kennenlernen von Schätzverfahren für die Spektraldichte

Literatur

Wird zu Beginn der jeweiligen Veranstaltung bekannt gegeben.

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Data Science			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Spektralanalytische Methoden der Zeitreihenanalyse				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		3,0	Vorlesung/Übung	deutsch

Modulname	Spektralanalytische Methoden der Zeitreihenanalyse inkl. Spezialisierung		
Nummer	1295430	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	SpektralanaMethZRAinklSpez	**Sprache**	deutsch
Turnus	nur im Sommersemester	**Lehreinheit**	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	**Einrichtung**	
SWS / ECTS	5 / 8,0	**Modulverantwortliche/r**	
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	70	**Selbststudium (h)**	170
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Es werden Kenntnisse in 'Wahrscheinlichkeitstheorie' und 'Zeitreihenanalyse' vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 oder des Prüfers. Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

- Spektralmaß und Spektraldichte einer stationären Zeitreihe
- Spektralsatz für stationäre Zeitreihen
- Filterung stationärer Zeitreihen, Anwendungen auf ARMA-Modelle
- Periodogramm und dessen asymptotische Eigenschaften
- Integrierte Periododgramme und deren asymptotische Eigenschaften
- Konsistente nichtparametrische Schätzung der Spektraldichte (smoothed periodograms und lag-window Schätzer)
- Konfidenzintervalle für die Spektraldichte und parametrische Spektraldichteschätzung, pere-whitening

[Spezialsierung]
Inhalt je nach Wahl der Spezialisierung

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter
- Kennenlernen der spektralanalytische Methoden der Zeitreihenanalyse
- Kennenlernen der Integration deterministischer Funktionen nach Prozessen mit orthogonalen Inkrementen bzw. nach Maßen mit orthogonalen Werten
- Kennenlernen von Schätzverfahren für die Spektraldichte

Literatur
Wird zu Beginn der jeweiligen Veranstaltung bekannt gegeben.

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Data Science			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Nichtparametrische Statistik				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		3,0	Vorlesung/Übung	deutsch

Titel der Veranstaltung				
Spektralanalytische Methoden der Zeitreihenanalyse				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		3,0	Vorlesung/Übung	deutsch

Titel der Veranstaltung				
Spektralanalytische Methoden der Zeitreihenanalyse				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		1,0	Übung	deutsch

Modulname	Spezialisierung Mathematische Stochastik		
Nummer	1295480	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	SpezSTO	**Sprache**	deutsch
Turnus	in jedem Semester	**Lehreinheit**	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	**Einrichtung**	
SWS / ECTS	4 / 6,0	**Modulverantwortliche/r**	Studiendekan der Mathematik
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	56	**Selbststudium (h)**	124
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann die Prüferin bzw. der Prüfer auch das Take-Home-Examen als Prüfungsform wählen. 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 Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

[Spezialsierung 1]
Inhalt je nach Wahl der Spezialisierung

[Spezialsierung 2]
Inhalt je nach Wahl der Spezialisierung

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter
- Kennenlernen eines Spezialisierungsbereichs innerhalb der mathematischen Stochastik

Literatur

Literatur der gewählten Spezialisierungen

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Data Science			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Nichtparametrische Statistik				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		3,0	Vorlesung/Übung	deutsch

Titel der Veranstaltung				
Spektralanalytische Methoden der Zeitreihenanalyse				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		3,0	Vorlesung/Übung	deutsch

Modulname	Statistisches und maschinelles Lernen		
Nummer	1295520	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	StatMaschL	**Sprache**	englisch deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	**Einrichtung**	
SWS / ECTS	4 / 7,0	**Modulverantwortliche/r**	Studiendekan der Mathematik
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	56	**Selbststudium (h)**	154
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Es werden Kenntnisse aus den Vorlesungen „Einführung Stochastik“ „Wahrscheinlichkeitstheorie“ und Grundkenntnisse über lineare Regression vorausgesetzt. Grundkenntnisse im Programmieren mit R oder C++, Kenntnisse der Vorlesungen „Mathematische Statistik“ und „Nichtparametrik“ sind hilfreich, aber nicht notwendig.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

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

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter

- Kennenlernen der grundlegenden Ideen und Methoden im Bereich des maschinellen und statistischen Lernens

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

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Data Science			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Statistisches und maschinelles Lernen				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		3,0	Vorlesung/Übung	deutsch

Titel der Veranstaltung				
Statistisches und maschinelles Lernen				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		1,0	kleine Übung	deutsch

Modulname	Stochastische Prozesse und Zeitstetige Finanzmathematik		
Nummer	1295610	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	StochProzZeitstetFiMa	**Sprache**	deutsch
Turnus	nur im Sommersemester	**Lehreinheit**	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			
Empfohlene Voraussetzungen	Es werden Kenntnisse in 'Wahrscheinlichkeitstheorie' und 'Diskrete Finanzmathematik' vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 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 Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

- Beispiele für stochastische Prozesse, Stationarität
- Kanonische Darstellung (Satz von Kolmogorow)
- Martingale
- Poisson Prozesse
- Eigenschaften des Wiener Prozesses (Brownsche Bewegung)
- Geometrische Brownsche Bewegung
- Gaußprozesse
- Markov Prozesse inkl. Markovscher Ketten
- Semimartingale
- Stochastische Integration
- Itô-Kalkül
- Maßwechsel für Semimartingale
- Stochastische Differentialgleichungen
- Preisbestimmung für Finanzderivate
- Black-Scholes-Modell
- Zinsstrukturmodelle

[Stochastische Prozesse und Zeitstetige Finanzmathematik (V)]
- Stochastische Prozesse: Grundbegriffe und Beispiele
- Konstruktion von stochastischen Prozessen: Die Sätze von Kolmogorov und Kolmogorov-Centsov
- Martingale und Martingalkonvergenzsätze
- Optional Sampling
- Invarianzeigenschaften und Pfadeigenschaften der Brownschen Bewegung
- Modellierung eines Finanzmarktes in stetiger Zeit

- Das Black-Scholes-Modell
- Itô-Integrale und Itô-Formel
- Optionsbewertung und Hedging

[Stochastische Prozesse und Zeitstetige Finanzmathematik (Ü)]
- Beispiele für stochastische Prozesse
- Kanonische Darstellung (Satz von Kolmogorow)
- Martingale
- Poisson Prozesse
- Eigenschaften des Wiener Prozesses
- Gaußprozesse
- Semimartingale
- stochastische Integrale
- Itô-Kalkül
- Maßwechsel für Semimartingale
- stochastische Differentialgleichungen
- Preisbestimmung für Finanzderivate
- Black-Scholes-Modell

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter

- Verständnis der Eigenschaften verschiedener Klassen stochastischer Prozesse und Beherrschen der wichtigsten mathematischen Techniken in diesem Bereich
- Beherrschen der wichtigsten Techniken für zeitstetige finanzmathematische Modelle

Literatur

Wird zu Beginn der jeweiligen Veranstaltung bekannt gegeben.

Hauptliteratur:
1) I. Karatzas, S.E. Shreve, Brownian Motion and Stochastic Calculus, Springer, 1988.
2) R.L. Schilling, L. Partzsch, Brownian Motion - An Introduction to Stochastic Processes. Second Edition. De Gruyter Textbook, Berlin 2014.
3) D. Williams, Probability with Martingales, Cambridge University Press, 1991.
4) M.S. Joshi, The Concepts and Practice of Mathematical Finance, Cambridge University Press, 2010.

Vertiefende Literatur:
5) Kallenberg O., Foundations of Modern Probability, Springer, 1997.
6) P. Mörters, Y. Peres, Brownian Motion, Cambridge University Press, 2012.
7) B. Øksendal, Stochastic Differential Equations, Springer, 1998.
8) Ph. Protter, Stochastic Integration and Differential Equations. A new approach, Springer, 1990.

- Ash und Gardner: Topics in Stochastic Processes
- Schmitz: Vorlesungen über Wahrscheinlichkeitstheorie
- Todorovic: An Introduction to Stochastic Processes and Their Applications
- Bingham, N.H. & Kiesel, R. (1998): Risk Neutral Valuation. Pricing and Headging of Financial Derivates, Springer

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen

Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Data Science			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Stochastische Prozesse und Zeitstetige Finanzmathematik				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		6,0	Vorlesung/Übung	deutsch
Literaturhinweise				

(de) Wird zu Beginn der jeweiligen Veranstaltung bekannt gegeben.

Hauptliteratur:
1. I. Karatzas, S.E. Shreve, Brownian Motion and Stochastic Calculus, Springer, 1988.
2. R. L. Schilling, L. Partzsch, Brownian Motion - An Introduction to Stochastic Processes. Second Edition. De Gruyter Textbook, Berlin 2014.
3. D. Williams, Probability with Martingales, Cambridge University Press, 1991.
4. M. S. Joshi, The Concepts and Practice of Mathematical Finance, Cambridge University Press, 2010.

Vertiefende Literatur:
1. Kallenberg O., Foundations of Modern Probability, Springer, 1997.
2. P. Mörters, Y. Peres, Brownian Motion, Cambridge University Press, 2012.
3. B. Øksendal, Stochastic Differential Equations, Springer, 1998.
4. Ph. Protter, Stochastic Integration and Differential Equations. A new approach, Springer, 1990.

außerdem:
- Ash und Gardner: Topics in Stochastic Processes
- Schmitz: Vorlesungen über Wahrscheinlichkeitstheorie
- Todorovic: An Introduction to Stochastic Processes and Their Applications
- Bingham, N.H. & Kiesel, R. (1998): Risk Neutral Valuation. Pricing and Headging of Financial Derivates, Springer

Modulname	The Mathematics of Data Science		
Nummer	1296000420	**Modulversion**	
Kurzbezeichnung		**Sprache**	englisch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	**Einrichtung**	
SWS / ECTS	4 / 7,0	**Modulverantwortliche/r**	Studiendekan der Mathematik
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	56	**Selbststudium (h)**	154
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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.		
Zusammensetzung der Modulnote			
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]			

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Data Science			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
The Mathematics of Data Science				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		4,0	Vorlesung/Übung	englisch

Modulname	Bootstrap für Zeitreihen		
Nummer	1291055530	**Modulversion**	V2
Kurzbezeichnung	BootsZRA	**Sprache**	deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer	1	**Einrichtung**	
SWS / ECTS	3 / 5,0	**Modulverantwortliche/r**	
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	70	**Selbststudium (h)**	170
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Es werden Kenntnisse in 'Zeitreihenanalyse' und 'Spektralanalytische Methoden' vorausgesetzt.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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 oder des Prüfers. Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

Es wird eine Auswahl der folgenden Themen behandelt:
- Simple examples for Bootstrap procedures
- Specific probabilistic and statistical foundations for Bootstrap procedures
- Consistency of Bootstrap procedures
- AR-Sieve Bootstrap and regression-type Bootstrap procedures
- Block Bootstrap, Circular and Stationary Bootstrap
- Subsampling
- Bootstrap in frequency domain
- Applications

Qualifikationsziel

- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik
- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik
- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden
- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter

- Verständnis der Eigenschaften verschiedener Klassen stochastischer Prozesse und Beherrschen der wichtigsten mathematischen Techniken in diesem Bereich
- Beherrschen der wichtigsten Techniken für zeitstetige finanzmathematische Modelle

Literatur

wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Data Science			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Bootstrap für Zeitreihen				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
		3,0	Vorlesung/Übung	deutsch

Modulname	Data-based Optimization of Dynamic Systems		
Nummer	1296000550	**Modulversion**	
Kurzbezeichnung		**Sprache**	deutsch
Turnus	Unregelmäßig	**Lehreinheit**	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer		**Einrichtung**	
SWS / ECTS	3 / 5,0	**Modulverantwortliche/r**	Studiendekan der Mathematik
Arbeitsaufwand (h)	150 h		
Präsenzstudium (h)	42	**Selbststudium (h)**	108
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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.		
Zusammensetzung der Modulnote			
Inhalte			
Qualifikationsziel			
Literatur			

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Wahlbereich Data Science			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Das Modul "Data-based Optimization of Dynamic Systems" 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				
Data-based Optimization of Dynamic Systems				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
N.N. Dozent-Mathematik		3,0	Vorlesung/Übung	deutsch

Professionalisierungsbereich	
ECTS	15

Modulname	Schlüsselqualifikationen		
Nummer	1210410	**Modulversion**	
Kurzbezeichnung	Schlüsselq	**Sprache**	deutsch
Turnus	in jedem Semester	**Lehreinheit**	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer		**Einrichtung**	
SWS / ECTS	0 / 1,0	**Modulverantwortliche/r**	Studiendekan der Mathematik
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	28	**Selbststudium (h)**	92
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform			
Zu erbringende Studienleistung	Studienleistung je nach Vorgabe der gewählten Veranstaltung/des gewählten Moduls. Die Prüfungsmodalitäten richten sich nach der jeweiligen Prüfungsordnung des anbietenden Faches.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte
Verschiedene in den Wahlveranstaltungen des Gesamtprogramms
Qualifikationsziel
- Erwerb direkt berufsbezogener inhaltlicher und prozessorientierter Kompetenzen - Vertiefte Kenntnis von und Fähigkeit im Umgang mit Informationstechnologie - Stärkung und Ausbau kommunikativer Kompetenzen bei Präsentation, Vermittlung und Dokumentation am Beispiel komplexer wissenschaftlicher Inhalte
Literatur
wird von den jeweiligen Lehrenden bekannt gegeben

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Professionalisierungsbereich			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Wahlveranstaltungen aus dem Gesamtprogramm überfachlicher Veranstaltungen der TU Braunschweig (Poolmodell) im Gesamtumfang von bis zu 5 Leistungspunkten
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Einführung in die Philosophie der Mathematik				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
Dr. Jörg Neunhäuserer		2,0	Vorlesung	deutsch
Literaturhinweise				
• J. Neunhäuserer, Einführung in die Philosophie der Mathematik, Berlin, Springer Spektrum, ISBN 978-3-662-59554-1/pbk; 978-3-662-59555-8/ebook; Viii, 158 p., 2019				

Titel der Veranstaltung				
Einführung in die Statistik-Software R				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
Alexander Braumann Prof. Dr. Jens-Peter Kreiß		2,0	Praktische Übung	deutsch

Titel der Veranstaltung				
Geschichte der Mathematik				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
Prof. Dr. Thomas Sonar		2,0	Vorlesung	deutsch
Literaturhinweise				
• M. Kline, Mathematical Thought from Ancient to Modern Times, 3 Vols., Oxford Univ. Press • F. Cajori, A History of Mathematics, AMS Chelsea • J. Fauvel, J. Gray, The History of Mathematics - A Reader, Palgrave Macmillan				

Titel der Veranstaltung				
Leibniz: Logik und Recht				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
			Seminar	deutsch

Titel der Veranstaltung				
Vom urzeitlichen Schnitzknochen zur mechanischen Rechenmaschine - Zur Geschichte technischer Hilfsmittel der Mathematik				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
Prof. Dr. Gerd Biegel Angela Klein		2,0	Seminar	deutsch
Literaturhinweise				
• G. Biegel, Von der Erfindung der Zahl zum Computer, Magdeburg 1992 • J. P. Bischoff, Versuch einer Geschichte der Rechenmaschine, hg. von Stephan Weiß, München, 1990 • W. de Beauclair, Rechnen mit Maschinen, Braunschweig 1968 • H. Petzold, Moderne Rechenkünstler, Die Industrialisierung der Rechentechnik in Deutschland, München, 1992 • Ausstellungskataloge der Herzog August Bibliothek, Band 60, Maß, Zahl und Gewicht, Mathematik als Schlüssel zu Weltverständnis und Weltbeherrschung, Harrassowitz Verlag, 2001				

Titel der Veranstaltung				
Weltkulturen und Mathematik - Einführung in die Ethnomathematik				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
Prof. Dr. Gerd Biegel		2,0	Vorlesung	deutsch
Literaturhinweise				
• G. Biegel, Von der Erfindung der Zahl zum Computer, Magdeburg 1992 • J. P. Bischoff, Versuch einer Geschichte der Rechenmaschine, hg. von Stephan Weiß, München, 1990 • W. de Beauclair, Rechnen mit Maschinen, Braunschweig 1968 • H. Petzold, Moderne Rechenkünstler, Die Industrialisierung der Rechentechnik in Deutschland, München, 1992 • Ausstellungskataloge der Herzog August Bibliothek, Band 60, Maß, Zahl und Gewicht, Mathematik als Schlüssel zu Weltverständnis und Weltbeherrschung, Harrassowitz Verlag, 2001				

Modulname	Fortgeschrittenenpraktikum		
Nummer	1295850	**Modulversion**	
Kurzbezeichnung	MAT-STD6-85	**Sprache**	englisch deutsch
Turnus	in jedem Semester	**Lehreinheit**	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer		**Einrichtung**	
SWS / ECTS	6 / 5,0	**Modulverantwortliche/r**	Studiendekan der Mathematik
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	84	**Selbststudium (h)**	66
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen	Das Fortgeschrittenenpraktikum Numerik setzt den Besuch zumindest einer vertiefenden Numerik-Veranstaltung voraus, beispielsweise können dies die „Numerik gewöhnlicher Differenzialgleichungen“ oder die „Numerische Lineare Algebra“ oder die „Numerischen Methoden in der Finanzmathematik“ oder die "Numerical Methods and Learning from Data" oder eine andere gleichwertige vertiefende Numerik-Veranstaltung sein. Das Fortgeschrittenenpraktikum Optimierung setzt den Besuch zumindest einer entsprechenden, vertiefenden Optimierungsveranstaltung voraus, in der Regel sind dies die „Diskrete Optimierung“ oder die „Dynamische Optimierung". Das Fortgeschrittenenpraktikum Data Science setzt den Besuch mindestens einer vertiefenden Veranstaltung aus den Bereichen Maschinelles Lernen oder Nichtlineare Optimierung voraus. In Frage kommen zum Beispiel "Maschinelles Lernen mit neuronalen Netzen", "Statistisches und Maschinelles Lernen", "Kontinuierliche Optimierung" und "Optimierung in Maschinellem Lernen und Datenanalyse". Grundlegende Kenntnisse in Python sind von Vorteil. Das Fortgeschrittenenpraktikum Statistisches Lernen setzt Kenntnisse der mathematischen Statistik und grundlegende Konzepte der Wahrscheinlichkeitstheorie, wie sie z.B. in den Veranstaltungen “Wahrscheinlichkeitstheorie", "Statistische Verfahren" oder "Mathematische Statistik" vermitteln werden, voraus. Außerdem sind grundlegende Kenntnisse in R oder Python von Vorteil.		
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform			
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.		
Zusammensetzung der Modulnote			
Inhalte			

[Fortgeschrittenenpraktikum Numerik]
(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 fer-

tige Routinen mit der eigenen Implementierung verknüpft werden und auf eine eigene Implementation dieser Teilaufgabe verzichtet werden.

[Fortgeschrittenenpraktikum Optimierung]
(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]
(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]
(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

- Erwerb direkt berufsbezogener inhaltlicher und prozessorientierter Kompetenzen
- Vertiefte Kenntnis von und Fähigkeit im Umgang mit Informationstechnologie
- Stärkung und Ausbau kommunikativer Kompetenzen bei Präsentation, Vermittlung und Dokumentation am Beispiel komplexer wissenschaftlicher Inhalte

Literatur

wird in der Veranstaltung bekannt gegeben

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Professionalisierungsbereich			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Es ist eines der angebotenen Fortgeschrittenenpraktika auszuwählen.
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Fortgeschrittenenpraktikum Data Science				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
Dr. Christoph Brauer Prof. Dr. Timo de Wolff Dr. Matthias Neumann-Brosig		4,0	Übung	englisch deutsch

Titel der Veranstaltung				
Fortgeschrittenenpraktikum Data Science				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
Dr. Christoph Brauer Prof. Dr. Timo de Wolff Dr. Matthias Neumann-Brosig		2,0	Vorlesung	englisch

Titel der Veranstaltung				
Fortgeschrittenenpraktikum Statistisches Lernen				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
Alexander Braumann Prof. Dr. Jens-Peter Kreiß		2,0	Vorlesung	englisch deutsch

Titel der Veranstaltung				
Fortgeschrittenenpraktikum Statistisches Lernen				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
Alexander Braumann Prof. Dr. Jens-Peter Kreiß		4,0	Übung	englisch deutsch

Titel der Veranstaltung				
Fortgeschrittenenpraktikum Optimierung				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
Prof. Dr. Christian Kirches Prof. Dr. Sebastian Stiller		2,0	Vorlesung	englisch
Literaturhinweise				
(de) wird in der Veranstaltung bekannt gegeben (en) will be announced in the lecture				

Titel der Veranstaltung				
Fortgeschrittenenpraktikum Optimierung				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
Prof. Dr. Christian Kirches Prof. Dr. Sebastian Stiller		4,0	Übung	englisch

Titel der Veranstaltung				
Fortgeschrittenenpraktikum Numerik				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
Prof. Dr. Matthias Bollhöfer		2,0	Vorlesung	englisch deutsch
Literaturhinweise				
(de) wird in der Veranstaltung bekannt gegeben (en) will be announced in the lecture				

Titel der Veranstaltung				
Fortgeschrittenenpraktikum Numerik				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
Prof. Dr. Matthias Bollhöfer		4,0	Übung	englisch

Modulname	Tutorium		
Nummer	1296105400	Modulversion	
Kurzbezeichnung	Tutorium	Sprache	deutsch
Turnus	in jedem Semester	Lehreinheit	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer		Einrichtung	
SWS / ECTS	1 / 5,0	Modulverantwortliche/r	Studiendekan der Mathematik
Arbeitsaufwand (h)	150 h		
Präsenzstudium (h)		Selbststudium (h)	
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform			
Zu erbringende Studienleistung	1 Studienleistung in Form von mündlichen Arbeitsberichten und Präsentation nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Die genauen Prüfungsmodalitäten für das Tutorium gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
Zusammensetzung der Modulnote			

Inhalte

abhängig vom jeweiligen Thema

Qualifikationsziel

Im Tutorium sollen sich die Studierenden
- unter Anleitung in ein fortgeschrittenes mathematisches Thema einarbeiten,
- selbständig Literaturrecherchen durchführen können,
- über mathematische Sachverhalte mit der betreuenden Hochschullehrerin/dem betreuenden Hochschullehrer kommunizieren können.

Literatur

abhängig vom jeweiligen Thema

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen

Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Mathematik PO 3	Professionalisierungsbereich			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Modulname	Mathematisches Seminar		
Nummer	1296105800	**Modulversion**	
Kurzbezeichnung	Math. Sem.	**Sprache**	englisch deutsch
Turnus	in jedem Semester	**Lehreinheit**	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer		**Einrichtung**	
SWS / ECTS	2 / 5,0	**Modulverantwortliche/r**	Studiendekan der Mathematik
Arbeitsaufwand (h)	150 h		
Präsenzstudium (h)		**Selbststudium (h)**	
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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			
Zusammensetzung der Modulnote			

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, Exzerpierens 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

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Professionalisierungsbereich			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Titel der Veranstaltung				
Master-Seminar Mathematische Optimierung				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
Prof. Dr. Sebastian Stiller		2,0	Seminar	englisch

Titel der Veranstaltung				
Master-Seminar Mathematische Stochastik				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
Prof. Dr. Jens-Peter Kreiß		2,0	Seminar	deutsch

Titel der Veranstaltung				
Master-Seminar Differentialgleichungen				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
Prof. Dr. Michael Herrmann Prof. Dr. Dirk Langemann Prof. Dr. Thomas Sonar		2,0	Seminar	deutsch

Titel der Veranstaltung				
Master-Seminar Probabilistic Methods in Telecommunications				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
Prof. Dr. Benedikt Jahnel		2,0	Seminar	deutsch

Titel der Veranstaltung				
Master-Seminar Numerik				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
Prof. Dr. Matthias Bollhöfer Prof. Dr. Heike Faßbender		2,0	Seminar	englisch

Titel der Veranstaltung				
Master-Seminar Analysis				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
Prof. Dr. Dirk Lorenz		2,0	Seminar	englisch deutsch

Titel der Veranstaltung				
Master-Seminar Algebra				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
Clemens Adelmann Prof. Dr. Bettina Eick Tobias Moede		2,0	Seminar	englisch deutsch
Literaturhinweise				
(de) wird im Seminar bekannt gegeben				

Titel der Veranstaltung				
Master-Seminar "Nichtnegativität und polynomielle Optimierung"				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
Clemens Adelmann Prof. Dr. Bettina Eick Tobias Moede		2,0	Seminar	
Literaturhinweise				
(de) wird im Seminar bekannt gegeben				

Titel der Veranstaltung				
Seminar zur Theorie der Distributionen				
Dozent/in	**Mitwirkende**	**SWS**	**Art LVA**	**Sprache**
N.N. Dozent-Mathematik		2,0	Seminar	deutsch

Modulname	Mathematisches Seminar		
Nummer	1296105810	**Modulversion**	
Kurzbezeichnung		**Sprache**	englisch deutsch
Turnus	in jedem Semester	**Lehreinheit**	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer		**Einrichtung**	
SWS / ECTS	2 / 5,0	**Modulverantwortliche/r**	Studiendekan der Mathematik
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	28	**Selbststudium (h)**	92
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	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			
Zusammensetzung der Modulnote			
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, Exzerpierens 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			

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Professionalisierungsbereich			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht

Masterarbeit	
ECTS	30

Modulname	Masterarbeit Mathematik		
Nummer	1295830	**Modulversion**	
Kurzbezeichnung	MScArb Mat	**Sprache**	englisch deutsch
Turnus	in jedem Semester	**Lehreinheit**	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
Moduldauer		**Einrichtung**	
SWS / ECTS	0 / 30,0	**Modulverantwortliche/r**	
Arbeitsaufwand (h)			
Präsenzstudium (h)	0	**Selbststudium (h)**	900
Zwingende Voraussetzungen			
Empfohlene Voraussetzungen			
Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform	1 Prüfungsleistung in Form einer schriftlichen Ausarbeitung nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Die Masterarbeit wird im Rahmen einer wissenschaftlichen Veranstaltung präsentiert; die Präsentation wird nicht benotet.		
Zu erbringende Studienleistung			
Zusammensetzung der Modulnote			
Inhalte			
Erarbeitung einer Thematik			
Qualifikationsziel			
- Selbstständige Erarbeitung eines grundlegenden für die Mathematik relevanten Themas - Fähigkeit zu Wissenstransfer von einem Kontext zu einem anderen - Fähigkeit zu Analyse und Synthese - Erarbeitung von Lösungsansätzen - Zusammenfassung und mathematische Formulierung komplexer Probleme - wissenschaftlich-methodische Bearbeitung mathematischer Themenbereiche der Forschung - Entwicklung von akademischem Selbstvertrauen - Auswahl und Anwendung geeigneter mathematischer Prozesse zur Lösung von Problemen - klares und präzises Vortragen mathematischer Argumente und deren Schlussfolgerungen - Fähigkeiten in Zeitmanagement und Organisation - strukturierte Darstellung der eigenen Vorgehensweise und der Ergebnisse in Form einer Ausarbeitung - Kenntnisse in Literatursuche und Einordnung der Arbeit in einen fachspezifischen Kontext - Management eines eigenen Projekts, Präsentationstechniken und Verfeinerung rhetorischer Fähigkeiten.			
Literatur			

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	**Bereich**	**Pflichtform**	**Sem. Auswahl**	**ECTS**
Master Mathematik PO 3	Masterarbeit			

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN
Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen
Anwesenheitspflicht