



Beschreibung des Studiengangs

# Mathematik (Master)

## PO 3

Datum: 05.11.2023

# Inhaltsverzeichnis

## Master Mathematik

### Wahlbereich Mathematik

Algebraische Geometrie.....	6
Algebraische Zahlentheorie.....	8
Algorithmen zur Lösung der Euler und Navier-Stokes Gleichungen.....	10
Algorithmische Spieltheorie.....	12
Assoziative Algebren.....	14
C*-Algebren.....	16
Computeralgebra.....	18
Darstellungstheorie.....	20
Differentialgeometrie.....	22
Distributionen und Integraltransformationen.....	24
Dynamische Systeme.....	26
Elliptische Randwertprobleme.....	28
Funktionalanalysis.....	30
Ganzzahlige Programmierung und Polyedertheorie.....	32
Geometrische Methoden der Mechanik.....	34
Globale Analysis.....	36
Gruppentheorie.....	38
Hilbertraummethode.....	40
Integrierte Systeme.....	42
Katastrophentheorie.....	44
Konvexe Analysis.....	46
Konvexe Analysis.....	48
Lineare Evolutionsgleichungen.....	50
Liealgebren.....	52
Lineare Operatoren im Hilbertraum.....	54
Lokale Körper.....	56
Mathematische Grundlagen der Strömungsmechanik.....	58
Mathematische Grundlagen der klassischen statistischen Mechanik.....	60
Mathematische Modellierung in den Lebenswissenschaften.....	62
Matrix Analysis.....	64
Matrix Analysis.....	66
Minimalflächen.....	68
Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen.....	70
Numerik Partieller Differentialgleichungen.....	72
Numerik von Erhaltungsgleichungen.....	74
Numerische Lineare Algebra.....	76
Operatorhalbgruppen und Markov-Prozesse.....	78
Partielle Differentialgleichungen.....	80
Partielle Differentialgleichungen Vertiefung.....	82
Scheduling.....	84
Stabilität der Materie.....	86
Stochastische Differentialgleichungen.....	88
Stochastische Integration.....	90
Topologie.....	92
W*-Algebren.....	94
Zeitreihenanalyse.....	96
<b>Wahlbereich Data Science</b>	
Advanced Topics in Matrix Analysis.....	99
Algorithmen und Komplexität für Quantencomputer.....	101
Bootstrap-Verfahren.....	103
Bootstrap-Verfahren.....	105

Bootstrap for Time Series in Frequency Domain.....	107
Codierungstheorie.....	109
Diskrete Optimierung.....	111
Dynamische Optimierung.....	113
Funktionale Zeitreihen.....	115
Gemischt-ganzzahlige Nichtlineare Optimierung (MINLP).....	117
Informationstheorie und Signalverarbeitung.....	119
Introduction to Quantum Information Theory.....	121
Introduction to Quantum Information Theory.....	123
Introduction to the Theory of Bootstrap for Time Series.....	125
Inverse Probleme.....	127
Kontinuierliche Optimierung in Data Science.....	129
Kryptographie.....	131
Markov Prozesse.....	133
Maschinelles Lernen mit neuronalen Netzen.....	135
Maschinelles Lernen und Anwendungen in der Luft- und Raumfahrt.....	137
Mathematical Foundations of Information Theory and Coding Theory .....	139
Mathematical Foundations of Information Theory and Coding Theory .....	141
Mathematische Bildverarbeitung.....	143
Mathematische Statistik und Finanzzeitreihen.....	145
Modellreduktion.....	147
Modellreduktion linearer zeitinvarianter Systeme.....	149
Nichtnegativität und polynomielle Optimierung.....	151
Nichtparametrische Statistik.....	153
Nichtparametrische Statistik inkl. Spezialisierung.....	155
Numerical Methods and Learning from Data.....	157
Numerische Methoden für Markov-Ketten.....	159
Numerische Methoden in der Finanzmathematik.....	161
Online-Optimierung und Optimierungsbasierte Regelung.....	163
Optimierung in Maschinellem Lernen und Datenanalyse 1.....	165
Risiko- und Extremwerttheorie.....	167
Risiko- und Extremwerttheorie inkl. Spezialisierung.....	169
Spektralanalytische Methoden der Zeitreihenanalyse.....	171
Spektralanalytische Methoden der Zeitreihenanalyse inkl. Spezialisierung.....	173
Spezialisierung Mathematische Stochastik.....	175
Statistisches und maschinelles Lernen.....	177
Stochastische Prozesse und Zeitstetige Finanzmathematik.....	179
<b>Professionalisierungsbereich</b>	
Tutorium.....	183
Mathematisches Seminar.....	185
Schlüsselqualifikationen.....	188
Mathematisches Seminar.....	190
Fortgeschrittenenpraktikum.....	193
<b>Masterarbeit</b>	
Masterarbeit Mathematik.....	198

Master Mathematik	
ECTS	120

Wahlbereich Mathematik

<b>Modulname</b>	Algebraische Geometrie		
<b>Nummer</b>	1295040	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	3 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden Kenntnisse in Linearer Algebra vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<p>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.</p>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			

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



<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>				
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Anwesenheitspflicht</b>				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Algebraische Geometrie				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Khazhgali Kozhasov		2	Vorlesung	englisch
<b>Literaturhinweise</b>				
(de) wird in der Veranstaltung bekannt gegeben				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Algebraische Geometrie				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Khazhgali Kozhasov		1	Übung	englisch

<b>Modulname</b>	Algebraische Zahlentheorie		
<b>Nummer</b>	1295050	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehrinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden Kenntnisse in Linearer Algebra und Algebra vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten) oder mündlichen Prüfung (25-35 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ringe ganzer Zahlen algebraischer Zahlkörper</li> <li>- eindeutige Zerlegbarkeit ihrer Ideale in Primidealprodukte</li> <li>- Endlichkeit ihrer Klassengruppen</li> <li>- Struktur ihrer Einheitengruppen</li> <li>- Anwendung auf binäre quadratische Formen und diophantische Gleichungen</li> <li>- Geschichte der Zahlentheorie</li> <li>- Zusammenhang mit anderen mathematischen Disziplinen</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- E. Hecke: Algebraische Zahlen</li> <li>- H. Koch: Zahlentheorie</li> </ul>			



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

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN				
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Anwesenheitspflicht</b>				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Algebraische Zahlentheorie				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Bettina Eick		4	Vorlesung	deutsch
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Algebraische Zahlentheorie				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Bettina Eick		2	Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Algorithmen zur Lösung der Euler und Navier-Stokes Gleichungen		
<b>Nummer</b>	1290400	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	MAT-STD7-07	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>		<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	3 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden Kenntnisse vorausgesetzt in 1) Numerischer Mathematik, 2) Numerische lineare Algebra, 3) Partielle Differentialgleichungen, 4) Programmiersprache C / C++.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	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.		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	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.		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
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.			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> <li>- Umsetzung aus der numerischen Mathematik bekannte Algorithmen in die Praxis</li> <li>- Kennenlernen von Netzdatenstrukturen</li> <li>- Differentiation von diskretisierten Differential- und Integralgleichungen, und Umsetzung von deren Darstellungen in Programmiersprachen</li> </ul>			

<b>Literatur</b>
- 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			

↑

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

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

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

<b>Modulname</b>	Algorithmische Spieltheorie		
<b>Nummer</b>	1295060	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	3 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden Kenntnisse in "Linearer und Kombinatorischer Optimierung" vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<p>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.</p> <p>Zu den in der Vorlesung behandelten Themen gehören Auktionen, Mechanism Design, Strategische Spiele, Kooperative Spiele, Gleichgewichte (insbesondere Nashgleichgewichte), Auslastungsspiele sowie Stable Marriage Probleme.</p>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> <li>- Beherrschen der Grundbegriffe der mathematischen Spieltheorie</li> <li>- Kennenlernen von Gleichgewichtsbegriffen</li> <li>- Kennenlernen von Mechanism Design</li> <li>- Fähigkeit spieltheoretischer Verfahren zu entwerfen und zu analysieren</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			

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
Sebastian Stiller		1	Übung	englisch

**Titel der Veranstaltung**

Algorithmische Spieltheorie

Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Sebastian Stiller		2	Vorlesung	englisch

<b>Modulname</b>	Assoziative Algebren			
<b>Nummer</b>	1295070	<b>Modulversion</b>	V2	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>		
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät	
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>		
<b>SWS / ECTS</b>	4 / 6,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik	
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>				
<b>Präsenzstudium (h)</b>	56	<b>Selbststudium (h)</b>	124	
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>				
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden Kenntnisse in Lineare Algebra vorausgesetzt.			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>			
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>			
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>				
<b>Inhalte</b>				
[Assoziative Algebren] Inhalte: Es wird eine Einführung 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.				
<b>Qualifikationsziel</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> </ul>				
<b>Literatur</b>				
Pierce, Associative Algebras (Springer)				

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



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

<b>Modulname</b>	C*-Algebren		
<b>Nummer</b>	1295100	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehrinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	3 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Für das Modul sind Kenntnisse in Funktionalanalysis wünschenswert.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Definition und grundlegende Eigenschaften von C*-Algebren</li> <li>- positive Elemente</li> <li>- Zustände, Darstellungen</li> <li>- Kommutative C*-Algebren</li> <li>- GNS-Konstruktion</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> <li>- Beherrschen der Grundbegriffe der Theorie von C*-Algebren, wie positive Elemente, Zustände und Darstellungen</li> <li>- Verständnis der Charakterisierung von C*-Algebren durch die GNS-Darstellung</li> <li>- Kennenlernen von Anwendungen in der Quantenphysik</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			
- O. Bratelli & D. Robinson, „C*- and W*-Algebras and Quantum Statistical Mechanics“, Band 1, Springer-Verlag 1987			



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

↑

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

<b>Modulname</b>	Computeralgebra		
<b>Nummer</b>	1295110	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden Kenntnisse in Linearer Algebra vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten) oder mündlichen Prüfung (25-35 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- der euklidische Algorithmus</li> <li>- Faktorisieren von Polynomen über endlichen Körpern</li> <li>- Faktorisieren von Polynomen über <math>\mathbb{Z}</math> und <math>\mathbb{Q}</math></li> <li>- Primzahltests und Faktorisieren von ganzen Zahlen</li> <li>- Ringe: Polynomring und Ideale</li> <li>- Gröbner Basen und S-Polynome</li> <li>- Buchberger's Algorithmus zur Berechnung von Gröbner-Basen</li> <li>- Anwendung in der algebraischen Lösung von nicht-linearen Gleichungssystemen</li> <li>- Symbolische Integration und symbolische Summation</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li>   <li>- Beherrschen der Grundbegriffe der Techniken der Computeralgebra in Theorie und Praxis, wie der Euklidische Algorithmus und Gröbner-Basen, deren Berechnung und Anwendung</li> <li>- Kennenlernen von zahlentheoretischen und algebraischen Techniken und deren Anwendungen</li> <li>- Fähigkeit zur Berechnung von Faktorisierungen, zum Lösen</li> </ul>			

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**

<b>Modulname</b>	Darstellungstheorie		
<b>Nummer</b>	1295120	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehrinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	3 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden Kenntnisse in Linearer Algebra vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen über Algebren und Moduln</li> <li>- Sätze von Schur, Maschke, Wedderburn</li> <li>- Klassische Charaktertheorie: Charaktertafeln, Orthogonalitätsrelationen, induzierte Charaktere, Cliffordtheorie</li> <li>- Der Satz von Burnside</li> <li>- Modulare Darstellungstheorie</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> <li>- Kennenlernen der Grundbegriffe der Darstellungs- und Charaktertheorie</li> <li>- Beherrschung der grundlegenden Techniken zur Berechnung von Charakteren</li> <li>- Kennenlernen der Anwendungen der Charaktertheorie in der Gruppentheorie</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			
M. Isaacs: Character Theorie of finite groups			

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

↑

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

<b>Modulname</b>	Differentialgeometrie		
<b>Nummer</b>	1295310	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	Differenti	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten) oder mündlichen Prüfung (25-35 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riemannsche Mannigfaltigkeiten, Tangentialbündel, Vektorfelder, Lieklammer</li> <li>• Affine Zusammenhänge, Paralleltransport</li> <li>• Geodäten</li> <li>• Gaußlemma</li> <li>• Konvexität</li> <li>• Vollständigkeit, Satz von Hopf und Rinow</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exemplarische Vertiefung der im Grundlagenbereich und in den Aufbaubereichen erworbenen Kenntnisse</li> <li>• Exemplarisches Kennenlernen eines oder mehrerer weiterer mathematischer Gebiete und damit Verbreiterung des eigenen Basiswissens</li> <li>• Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung von Bezügen zwischen den Inhalten der verschiedenen mathematischen Bereiche</li> <li>• Vertiefung von Anwendungen der theoretischen Inhalte durch deren konkrete quantitative Ausführung</li> <li>• Verständnis der Grundkonzepte der Differentialgeometrie, wichtiger Beweismethoden und klassischer Beispiele</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• M. DoCarmo: Riemannian Geometry</li> </ul>			

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

↑

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

<b>Modulname</b>	Distributionen und Integraltransformationen		
<b>Nummer</b>	1295140	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten) oder mündlichen Prüfung (25-35 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<p>Es wird eine Auswahl der folgenden Themen behandelt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Distributionen, temperierte Distributionen</li> <li>- Rechnen mit Distributionen</li> <li>- Fourier-Transformation, Fourier-Reihen</li> <li>- Laplace-Transformation</li> <li>- Anwendungen (z. Bsp. Partielle Differentialgleichungen oder Signalverarbeitung)</li> <li>- weiterführende Themen</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung komplexer algorithmischer, numerischer und stochastischer Methoden</li> <li>- Kennenlernen klassischer Anwendungen</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			
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
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>
<b>Anwesenheitspflicht</b>

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

Titel der Veranstaltung				
Distributionen und Integraltransformationen				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Volker Bach		2	Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Dynamische Systeme		
<b>Nummer</b>	1295320	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>		<b>Selbststudium (h)</b>	
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es wird insbesondere das Wissen der Grundvorlesungen Analysis und Lineare Algebra vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten) oder mündlichen Prüfung (25-35 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<p>Es wird eine Auswahl der folgenden Themen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- iterierte Abbildungen und diskrete Dynamik</li> <li>- gewöhnliche Differentialgleichungen und kontinuierliche Dynamik</li> <li>- Stabilität und Langzeitverhalten</li> <li>- Chaos</li> <li>- Bifurkationen</li> <li>- asymptotische Methoden</li> <li>- invariante Mannigfaltigkeiten</li> <li>- Ausblick auf numerische Verfahren</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> </ul> <p>- Vertieftes Verständnis von linearen und nichtlinearen gewöhnlichen Differentialgleichungen</p> <p>- Kennenlernen und Verstehen fundamentaler dynamische Konzepte (z. Bsp. Stabilität, Bifurkation, Chaos)</p>			
<b>Literatur</b>			

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**

<b>Modulname</b>	Elliptische Randwertprobleme		
<b>Nummer</b>	1295350	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden Kenntnisse in 'Partielle Differentialgleichungen' vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten) oder mündlichen Prüfung (25-35 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<p>Es wird eine Auswahl der folgenden Themen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hilberträume</li> <li>- Lemma von Lax-Milgram</li> <li>- Sobolevräume</li> <li>- Einbettungssatz von Sobolev</li> <li>- Kompaktheitssatz von Rellich</li> <li>- Schwache Lösungen elliptischer PDGln.</li> <li>- Numerische Verfahren, Finite Elemente</li> <li>- Elliptische Regularitätstheorie</li> <li>- Anwendungen in der Physik</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> <li>- Beherrschen der Grundbegriffe von Randwertproblemen, wie Sobolevräume, Spurbildung und lokale Fortsetzung am Rand</li> <li>- Verständnis des schwachen Lösungsbegriffs und des Aufbaus der elliptischen Regularitätstheorie</li> <li>- Kennenlernen von Anwendungen in der Physik</li> </ul>			

**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**

<b>Modulname</b>	Funktionalanalysis		
<b>Nummer</b>	1295380	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	Fktlana	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	nur im Wintersemester	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten) oder mündlichen Prüfung (25-35 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Metrische Räume</li> <li>- Normierte Vektorräume, Banachräume</li> <li>- Satz von Baire und Anwendungen</li> <li>- Satz von Hahn-Banach und Anwendungen</li> <li>- Schwache Topologien auf Banachräumen</li> <li>- Reflexivität, Dualität</li> <li>- Lineare Operatoren</li> <li>- Resolvente und Spektrum</li> <li>- Hilberträume</li> <li>- <math>L_p</math>-Räume, Sobolevräume</li> <li>- Geschichte der Funktionalanalysis</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> <li>- Verständnis für Analysis in unendlich-dimensionalen Vektorräumen und dem Auftreten verschiedener Topologien</li> </ul>			

- 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**

**Anwesenheitspflicht**

**Titel der Veranstaltung**

Funktionalanalysis

Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Dirk Langemann		4	Vorlesung	deutsch

**Titel der Veranstaltung**

Funktionalanalysis

Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Dirk Langemann		2	Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Ganzzahlige Programmierung und Polyedertheorie		
<b>Nummer</b>	1295410	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	GanzzProg	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	3 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden Kenntnisse in "Einführung in die Mathematische Optimierung" und "Lineare und kombinatorische Optimierung" vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen der Polyeder Theorie</li> <li>- Linear Diophantische Gleichungssysteme</li> <li>- Linear Diophantische Ungleichungssysteme</li> <li>- Gitterbasen</li> <li>- Totale Unimodularität</li> <li>- Total duale Ganzzahligkeit</li> <li>- Chvatal Abschluss</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kenntnis der Grundlagen der Theorie der Ganzzahligen Programme</li> <li>- Kenntnis grundlegender Algorithmen zur ganzzahligen Optimierung</li> <li>- Fähigkeit des aktiven Umgangs mit dieser Theorie</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			
Alexander Schrijver, Theory of linear and integer programming.			



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

↑

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

<b>Modulname</b>	Geometrische Methoden der Mechanik		
<b>Nummer</b>	1295440	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	GeomMeth	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten) oder mündlichen Prüfung (25-35 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<p>Auswahl aus den folgenden Themen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Differenzierbare Mannigfaltigkeiten, Tangential und Kotangentialbündel</li> <li>- Vektorfelder und Flüsse</li> <li>- affine Zusammenhänge auf Mannigfaltigkeiten</li> <li>- Riemannsche Mannigfaltigkeiten</li> <li>- Liegruppen und -algebren; speziell die euklidische Bewegungsgruppe</li> <li>- Lagrangesche Mechanik</li> <li>- Einfache mechanische Kontrollsysteme</li> <li>- Kinematik von Roboterarmen</li> <li>- Plückerkoordinaten und Liniengeometrie</li> <li>- Singularitäten von Robotern</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Beherrschen differenzialgeometrischer Grundbegriffe und ihrer Anwendung in der klassischen Mechanik</li> <li>- Verstehen des Zusammenhangs von Kinematik und ihrer Beschreibung durch Lie-Gruppen und - Algebren</li> </ul>			

**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**

<b>Modulname</b>	Globale Analysis		
<b>Nummer</b>	1295300	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	GlobalAna	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehrinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Die Inhalte der Basismodule 'Analysis 1 und 2' und 'Lineare Algebra' werden vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten) oder mündlichen Prüfung (25-35 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Differenzierbare Mannigfaltigkeiten und Orientierbarkeit</li> <li>• Differentialformen und Integration auf Mannigfaltigkeiten</li> <li>• Satz von Stokes</li> <li>• de Rham-Kohomologie</li> <li>• Riemannsche Mannigfaltigkeiten</li> <li>• Anwendungen</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>• Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>• Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>• Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>• Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> <li>• Beherrschen der Grundbegriffe den Theorie der Mannigfaltigkeiten und Differenzialformen,</li> <li>• Vertieftes Verständnis der Vektoranalysis durch ihre invarianten Formulierung sowie deren Anwendung in Technik und Naturwissenschaften</li> <li>• Einblick in die Gebiete der Differenzialtopologie und Differenzialgeometrie</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			
wird in der Veranstaltung bekannt gegeben			

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

↑

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

<b>Modulname</b>	Gruppentheorie		
<b>Nummer</b>	1296650	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden Kenntnisse in Linearer Algebra vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten) oder mündlichen Prüfung (25-35 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen</li> <li>- Sätze von Cayley und Sylow</li> <li>- freie und endlich präsentierte Gruppen</li> <li>- Permutationsgruppen, (mehrfache) Transitivität und Primitivität</li> <li>- Nilpotente und auflösbare Gruppen</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Beherrschen der Grundlagen der Gruppentheorie und ihrer Strukturtheorie wie zum Beispiel die Sätze von Cayley und Sylow</li> <li>- Beherrschen gruppentheoretischer Grundlagen und ihrer Darstellungstheorie</li> <li>- Kennenlernen von speziellen Arten von Gruppen wie zum Beispiel auflösbare, nilpotente und einfache Gruppen</li> <li>- Kennenlernen verschiedener Typen von Gruppen wie zum Beispiel endlich präsentierte Gruppen, Permutationsgruppen und Matrixgruppen</li> </ul>			

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

Titel der Veranstaltung				
Gruppentheorie				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Clemens Adelman		6	Vorlesung/Übung	deutsch
Literaturhinweise				
(de)				
<ul style="list-style-type: none"> <li>D. J. S. Robinson: A course in the theory of groups</li> <li>B. Huppert: Endliche Gruppen I</li> </ul>				

Titel der Veranstaltung				
Gruppentheorie				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Clemens Adelman		2	Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Hilbertraummethode		
<b>Nummer</b>	1297240	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	MAT-STD4-2	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	nur im Wintersemester	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Die Inhalte der Basismodule 'Analysis 1 und 2', 'Analysis 3' und 'Lineare Algebra' werden vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten) oder mündlichen Prüfung (25-35 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<p>[Inhalt - Hilbertraummethode]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Skalarprodukte; Vollständigkeit; Beispiele von Hilberträumen</li> <li>- Orthogonalprojektionen, Basen</li> <li>- Darstellungssatz von Riesz</li> <li>- Beschränkte Operatoren</li> <li>- Kompakte, symmetrische Operatoren</li> <li>- Lemma von Lax-Milgram</li> <li>- Fourierreihen</li> <li>- Finite Elemente</li> <li>- Ritz-Verfahren</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exemplarische Vertiefung der im Grundlagenbereich und in den Aufbaubereichen erworbenen Kenntnisse</li> <li>- Exemplarisches Kennenlernen eines oder mehrerer weiterer mathematischer Gebiete und damit Verbreiterung des eigenen Basiswissens</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung von Bezügen zwischen den Inhalten der verschiedenen mathematischen Bereiche</li> <li>- Vertiefung von Anwendungen der theoretischen Inhalte durch deren konkrete quantitative Ausführung</li> <li>- Verständnis für die Analysis in unendlich-dimensionalen Vektorräumen mit Skalarprodukt</li> <li>- Beherrschen des Rechnens mit abstrakten und konkreten Skalarprodukten</li> <li>- Kenntnis grundlegender Theoreme aus der Theorie der Hilberträume</li> </ul>			



**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**

<b>Modulname</b>	Integrable Systeme		
<b>Nummer</b>	1295960	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	AlgebrGeo	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	3 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calogero-Moser System</li> <li>- Toda Systeme</li> <li>- Lax Operatoren</li> <li>- Kolv Hierarchie</li> <li>- Solitanen</li> <li>- Inverse Streumethode</li> <li>- Geodäten auf Ellipsoiden</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> <li>- Die Studierenden kennen grundlegende Prinzipien, explizite Beispiele und zu deren Beschreibung benutzte Begriffe und Methoden</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			
Lectures on Integrable Systems (J. Hoppe, Springer Lecture Notes, 1992)			

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

↑

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

<b>Modulname</b>	Katastrophentheorie		
<b>Nummer</b>	1295840	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	Katastroph	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	3 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Gute Kenntnisse in Analysis und Linearer Algebra werden vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<p>Es wird eine Auswahl der folgenden Themen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Zeeman'sche Katastrophenmaschine</li> <li>- Strukturelle Stabilität</li> <li>- Universelle Entfaltungen</li> <li>- Falte, Spitze, Schwalbenschwanz und Nabel</li> <li>- Anwendungen in Physik, Sozialwissenschaften, Biologie</li> <li>- Morphogenese</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> <li>- Erwerb von spezifischen Kenntnissen in den Techniken der Katastrophentheorie</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- P.T. Saunders – An introduction to catastrophe theory.</li> <li>- D.P.L. Castrigiano, S.A. Hayes – Catastrophe Theory.</li> <li>- T. Poston, I. Stewart – Catastrophe Theory and its Applications.</li> </ul>			

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

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

↑

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

<b>Modulname</b>	Konvexe Analysis		
<b>Nummer</b>	1294270	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	MAT-STD7-27	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	3 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden Kenntnisse in Analysis 1 und 2 sowie in Linearer Algebra vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<p>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.</p> <p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Konvexe Mengen und Funktionen</li> <li>- Subdifferentiale und monotone Operatoren</li> <li>- Konjugation und Dualität</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> <li>- Kennenlernen der Begriffe der konvexen Analysis und deren Bedeutung in Anwendungen</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jonathan M. Borwein, Jon D. Vanderwerff, Convex Functions, Cambridge University Press, 2010</li> <li>- R. Tyrell Rockafellar, Convex Analysis, Princeton University Press, 1972</li> <li>- Amir Beck, First-Order Methods in Optimization, SIAM, 2017</li> <li>- Dimitri P. Bertsekas, Convex Analysis and Optimization, Athena Scientific, 2003</li> </ul>			

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	Vorlesung/Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Konvexe Analysis		
<b>Nummer</b>	1294180	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	MAT-STD7-18	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden Kenntnisse in Analysis 1 und 2 sowie in Linearer Algebra vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten) oder mündlichen Prüfung (25-35 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<p>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.</p> <p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Konvexe Mengen und Funktionen</li> <li>- Subdifferentiale und monotone Operatoren</li> <li>- Konjugation und Dualität</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> <li>- Kennenlernen der Begriffe der konvexen Analysis und deren Bedeutung in Anwendungen</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jonathan M. Borwein, Jon D. Vanderwerff, Convex Functions, Cambridge University Press, 2010</li> <li>- R. Tyrell Rockafellar, Convex Analysis, Princeton University Press, 1972</li> <li>- Amir Beck, First-Order Methods in Optimization, SIAM, 2017</li> <li>- Dimitri P. Bertsekas, Convex Analysis and Optimization, Athena Scientific, 2003</li> </ul>			



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

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN				
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>				
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).				
<b>Anwesenheitspflicht</b>				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Konvexe Analysis				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
		6	Vorlesung/Übung	

<b>Modulname</b>	Lineare Evolutionsgleichungen		
<b>Nummer</b>	1295360	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	LinEvoluti	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden Kenntnisse in Funktionalanalysis vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten) oder mündlichen Prüfung (25-35 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Endlich-dimensionale Systeme linearer gewöhnlicher Differentialgleichungen</li> <li>- Stark stetige Halbgruppen und der Satz von Hille-Yoshida</li> <li>- Selbstadjungierte Operatoren auf einem Hilbertraum und der Satz von Stone als Spezialfall des Satzes von Hille-Yoshida</li> <li>- Das nicht-autonome Cauchy-Problem</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> <li>- Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens durch breite, als auch vertiefte Kenntnis der Reinen Mathematik</li> <li>- Beherrschen der Grundbegriffe der Theorie abstrakter linearer Evolutionsgleichungen auf Banachräumen, wie Existenz, Eindeutigkeit und Normschränken der Lösung</li> <li>- Verständnis der schwierigeren Fragestellung des nichtautonomen linearen Cauchyproblems</li> <li>- Kennenlernen von Anwendungen</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Engel und Nagel: One-Parameter Semigroups for Linear Evolution Equations, Springer Verlag</li> <li>- Yoshida: Functional Analysis, Springer Verlag</li> </ul>			

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

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN				
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Anwesenheitspflicht</b>				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Lineare Evolutionsgleichungen				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Volker Bach		4	Vorlesung	englisch
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Lineare Evolutionsgleichungen				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Volker Bach		2	Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Liealgebren		
<b>Nummer</b>	1295550	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	Liealgebra	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden Kenntnisse in Linearer Algebra vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten) oder mündlichen Prüfung (25-35 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lie-Algebren und -Gruppen</li> <li>- Cartan Unteralgebren</li> <li>- Wurzeigenschaften</li> <li>- Klassifizierung einfacher Lie-Algebren</li> <li>- Endlichdimensionale Darstellungen</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Beherrschen der Grundbegriffe der Theorie der Lie-Algebren</li> <li>- Kennenlernen unterschiedlicher Typen von Lie-Algebren über Körpern verschiedener Charakteristik 0 und p</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			
- James E.Humphreys, Introduction to Lie Algebras and Representation Theory			

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

↑

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

<b>Modulname</b>	Lineare Operatoren im Hilbertraum		
<b>Nummer</b>	1295560	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	LinOpHilbe	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehrinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten) oder mündlichen Prüfung (25-35 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<p>Es wird eine Auswahl der folgenden Themen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Skalarprodukte; Vollständigkeit; Beispiele von Hilberträumen</li> <li>- Orthogonalprojektionen, Basen</li> <li>- Darstellungssatz von Riesz</li> <li>- Beschränkte Operatoren</li> <li>- Spektrale Darstellung kompakter, symmetrischer Operatoren</li> <li>- Unbeschränkte Operatoren, abgeschlossene Operatoren</li> <li>- Symmetrische und selbstadjungierte Operatoren</li> <li>- Resolvente und Spektrum, Neumannsche Reihe</li> <li>- Spektralsatz für selbstadjungierte Operatoren</li> <li>- Hilberträume in der Physik (Quantenmechanik)</li> <li>- Anwendungen in der Numerischen Mathematik</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> </ul>			

- 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**

<b>Modulname</b>	Lokale Körper		
<b>Nummer</b>	1295940	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	3 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden Kenntnisse in Analysis, Linearer Algebra, elementarer Gruppentheorie, Ringen und Körpern sowie elementare Zahlentheorie vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bewertungen</li> <li>- Komplettierungen</li> <li>- Struktur lokaler Körper</li> <li>- Erweiterungen lokaler Körper</li> <li>- Zusammenhang mit anderen mathematischen Disziplinen</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> <li>- Formulierung und Bearbeitung zahlentheoretischer Probleme im Rahmen der Theorie der lokalen Körper</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			
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**

<b>Modulname</b>	Mathematische Grundlagen der Strömungsmechanik		
<b>Nummer</b>	1295580	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	MathGrdlSt	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten) oder mündlichen Prüfung (25-35 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Potentialströmung und komplexe Analysis</li> <li>- Reynoldsscher Transportsatz und Koordinatensysteme</li> <li>- Inkompressibilität und Drehung</li> <li>- Grundlagen der Gasdynamik</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> </ul> <p>- 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.</p>			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Karamcheti: Principles of Ideal-Fluid Aerodynamics (Krieger Publ.)</li> <li>- Anson: Mathematical Methods of Fluid Dynamics (Wiley)</li> <li>- Warsi: Fluid Dynamics: Theoretical and Computational Approaches (CRC Press)</li> <li>- Lamb: Hydrodynamics (Cambridge Univ. Press)</li> </ul>			

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

Titel der Veranstaltung				
Mathematische Grundlagen der Strömungsmechanik				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Thomas Sonar		4	Vorlesung	deutsch

Titel der Veranstaltung				
Mathematische Grundlagen der Strömungsmechanik				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Thomas Sonar		2	Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Mathematische Grundlagen der klassischen statistischen Mechanik		
<b>Nummer</b>	1295900	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten) oder mündlichen Prüfung (25-35 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Statistische Ensembles in der Physik</li> <li>- Existenz und Konstruktion des thermodynamischen Limes</li> <li>- Thermodynamische Funktionen und Phasenübergänge</li> <li>- Korrelationsfunktionen und ihr Abfall bei großen Abständen</li> <li>- Witten-Laplacian für Gittersysteme</li> <li>- Berechnung der Asymptotik der Korrelationsfunktionen mit Hilfe des Witten-Laplacians</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> <li>- Verständnis für Analysis in vielen reellen Variablen und der Bedeutung verschiedener Topologien dafür</li> <li>- Beherrschen der Konstruktion des thermodynamischen Limes für Gittersysteme</li> <li>- Kennenlernen der Spektraltheorie des Witten Laplacians und seiner Bedeutung für die statistische Mechanik</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- R.A. Minlos: Introduction to Mathematical Statistical Physics</li> <li>- D. Ruelle: Statistical Mechanics: Rigorous Results</li> <li>- B. Simon: Statistical Mechanics of Lattice Gases</li> </ul>			

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

↑

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

<b>Modulname</b>	Mathematische Modellierung in den Lebenswissenschaften		
<b>Nummer</b>	1295600	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	MathModell	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	3 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Die Lehrveranstaltung richtet sich bevorzugt an Studierende, die die Lehrveranstaltungen 'Differentialgleichungen' und 'Mathematische Modellierung' bereits gehört haben.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- modelltheoretische Grundlagen</li> <li>- physikalische und lebenswissenschaftliche Modellbildungsprozesse</li> <li>- Parameter- und Modellidentifikation, Modellfamilien</li> <li>- Modelle fuer Infektionskrankheiten</li> <li>- Ansätze Genomics und Proteomics</li> <li>- Reaktions-Diffusionsgleichungen</li> <li>- Modellierung des Schwarmverhaltens und Emergenz</li> <li>- qualitative und quantitative Unsicherheiten, robuste Modellierung</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> </ul> <p>- Erwerb eines Verständnisses für die Besonderheiten der mathematischen Modellierung in den Lebenswissenschaften</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Beschäftigung mit modell- und erkenntnistheoretischen Fragen und Kennenlernen von Modellbildungsprozessen</li> <li>- Kennenlernen von unterschiedlichen Modellierungsansätzen und Abstraktionsniveaus durch die Beschäftigung mit mehreren Arbeitsfeldern der Modellierung in den Lebenswissenschaften</li> </ul>			

- 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**

<b>Modulname</b>	Matrix Analysis		
<b>Nummer</b>	1295640	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	MatrixAna	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	3 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden Kenntnisse in 'Einführung in die Numerik' und in 'Lineare Algebra 1' und 'Lineare Algebra 2' vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nichtnegative Matrizen <ul style="list-style-type: none"> <li>o Perron-Frobenius-Theorie</li> <li>o Positive Matrizen</li> <li>o (Ir-)reduzible Matrizen</li> <li>o Primitive Matrizen</li> </ul> </li> <li>Und/oder</li> <li>- Hermitsche, symmetrische und komplex symmetrische Matrizen <ul style="list-style-type: none"> <li>o Eigenschaften</li> <li>o variationelle Charakterisierung der Eigenwerte</li> <li>o Kongruenz und simultane Diagonalisierung</li> </ul> </li> <li>Und/oder</li> <li>- Positive definite Matrizen <ul style="list-style-type: none"> <li>o Eigenschaften</li> <li>o Polarform, Singulärwertzerlegung</li> <li>o Schur-Produkt-Theorem</li> <li>o Kongruenz und simultane Diagonalisierung</li> </ul> </li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> </ul>			



- 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**

<b>Modulname</b>	Matrix Analysis		
<b>Nummer</b>	1295700	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	MatrixAna	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden Kenntnisse in 'Einführung in die Numerik' und 'Lineare Algebra 1 und 2' vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten) oder mündlichen Prüfung (25-35 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nichtnegative Matrizen                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Perron-Frobenius-Theorie</li> <li>o Positive Matrizen</li> <li>o (Ir-)reduzible Matrizen</li> <li>o Primitive Matrizen</li> </ul> </li> <li>Und/oder</li> <li>- Hermitsche, symmetrische und komplex symmetrische Matrizen                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Eigenschaften</li> <li>o variationelle Charakterisierung der Eigenwerte</li> <li>o Kongruenz und simultane Diagonalisierung</li> </ul> </li> <li>Und/oder</li> <li>- Positive definite Matrizen                             <ul style="list-style-type: none"> <li>o Eigenschaften</li> <li>o Polarform, Singulärwertzerlegung</li> <li>o Schur-Produkt-Theorem</li> <li>o Kongruenz und simultane Diagonalisierung</li> </ul> </li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> </ul>			

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

<b>Modulname</b>	Minimalflächen		
<b>Nummer</b>	1295710	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	MiniFläche	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	3 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	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.		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	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.		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
Geodesics. Lagrange's graph equation for minimal surfaces in $\mathbb{R}^3$ . Axially symmetric solution: Catenoid. For given parallel circles as boundaries, what is the maximum 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.			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> <li>- Gutes Verständnis verschiedenster Beispiele, übergeordneter Struktur und Bedeutung</li> <li>- Gutes Verständnis der vielen dargestellten Techniken</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			

--

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

↑

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

<b>Modulname</b>	Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen		
<b>Nummer</b>	1295270	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	NumGewDGLe	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	WSem alle 2 Jahre	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden Kenntnisse in 'Einführung in die Numerik' vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten) oder mündlichen Prüfung (25-35 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einschrittverfahren: Euler, klassisches Runge- Kutta-Verfahren, Diskretisierungsfehler, Konsistenz, Konvergenz, Gesamtfehler</li> <li>• Explizite und Implizite Runge-Kutta-Verfahren</li> <li>• Mehrschrittverfahren: Konsistenz, Stabilitätsbedingungen</li> <li>• Steife Differenzialgleichungen</li> <li>• Randwertprobleme: einfaches Schießverfahren, Mehrzielmethode, Differenzenverfahren, Variationsmethode, Kollimation</li> <li>• Differenziell-Algebraische Gleichungen: Theorie, Diskretisierung</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exemplarische Vertiefung der im Grundlagenbereich und in den Aufbaubereichen erworbenen Kenntnisse</li> <li>• Exemplarisches Kennenlernen eines oder mehrerer weiterer mathematischer Gebiete und damit Verbreiterung des eigenen Basiswissens</li> <li>• Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung von Bezügen zwischen den Inhalten der verschiedenen mathematischen Bereiche</li> <li>• Vertiefung von Anwendungen der theoretischen Inhalte durch deren konkrete quantitative Ausführung</li> <li>• Verständnis von numerischen Verfahren zum Lösen gewöhnlicher Differenzialgleichungen</li> <li>• Beherrschen von Grundbegriffen wie Konsistenz, Konvergenz und Stabilität sowie verschiedene Fehlerarten</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schwarz, Köckler, "Numerische Mathematik", Teubner</li> <li>• Strehmel, Wiener, "Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen", Teubner</li> <li>• Hairer, Norsett, Warner, "Solving ordinary differential equations", Springer</li> </ul>			

- E. Süli, D. Mayers, "An introduction to Numerical Analysis", Cambridge, 2003
- Ascher, Mattheij, 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
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>
<b>Anwesenheitspflicht</b>

Titel der Veranstaltung				
Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Cordula Reisch		6	Vorlesung/Übung	deutsch
Literaturhinweise				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schwarz, Köckler, "Numerische Mathematik", Teubner</li> <li>• Strehmel, Wiener, "Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen", Teubner</li> <li>• Hairer, Norsett, Warner, "Solving ordinary differential equations", Springer</li> <li>• E. Süli, D. Mayers, "An introduction to Numerical Analysis", Cambridge, 2003</li> <li>• Ascher, Mattheij, Russel, "Numerical Solution of boundary value problems for ordinary differential equations", SIAM</li> </ul>				

Titel der Veranstaltung				
Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Cordula Reisch		2	Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Numerik Partieller Differentialgleichungen		
<b>Nummer</b>	1295750	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	NumPDE	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	WSem alle 2 Jahre	<b>Lehrinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden Kenntnisse in 'Einführung in die Numerik' und 'Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen' vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>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.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten, insbesondere ggf. die Ausgestaltung des eigenständig zu erstellenden Modul-Portfolios, gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Differenzenverfahren</li> <li>- Finite Elemente Verfahren</li> <li>- Finite Volumenverfahren</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li>   <li>- Kennenlernen der wichtigsten Begriffe wie Stabilität, Konsistenz, Konvergenz und Diskretisierungsfehler</li> <li>- Verständnis der grundlegenden Ideen der numerischen Lösungsmethoden</li> <li>- Fähigkeit der Implementierung einfacher Programmcodes für die numerischen Lösungsmethoden</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			



- 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
Carmen Gräble Simon-Christian Klein		4	Vorlesung	englisch

**Titel der Veranstaltung**

Numerik partieller Differenzialgleichungen

Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Carmen Gräble Simon-Christian Klein		2	Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Numerik von Erhaltungsgleichungen		
<b>Nummer</b>	1295760	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	NumErhaltu	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Kenntnisse in partiellen Differenzialgleichungen werden vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten) oder mündlichen Prüfung (25-35 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<p>Es wird eine Auswahl der folgenden Themen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Finite Differenzen-, Elemente- und Volumenverfahren</li> <li>- Theorie monotoner und monotonieerhaltender Verfahren</li> <li>- Theorie der TVD- und ENO-Verfahren</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kennenlernen von Problemen bei der Berechnung schwacher Lösungen</li> <li>- Beherrschen verschiedener Diskretisierungstechniken und der Konvergenztheorie von Differenzenverfahren</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kröner: Numerical Schemes for Conservation Laws (Wiley)</li> <li>- Godlewski, Raviart: Hyperbolic Systems of Conservation Laws (SIAM)</li> <li>- Godlewski, Raviart: Numerical Approximation of Hyperbolic Systems of Conservation Laws (Springer Verlag)</li> </ul>			

- Sonar: Multidimensionale ENO-Verfahren (Teubner Verlag)
- Gustafsson, Kreiss, Oliger: Time Dependent Problems and Difference Methods (Academic Press)
- Morton, Richtmyer: Difference Methods for Initial-Value 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
Thomas Sonar		4	Vorlesung	deutsch
Titel der Veranstaltung				
Numerik von Erhaltungsgleichungen				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Thomas Sonar		2	Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Numerische Lineare Algebra		
<b>Nummer</b>	1295770	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	NumLinA	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	nur im Sommersemester	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden Kenntnisse in 'Einführung in die Numerik' und einer weiterführenden Numerik-Veranstaltung wie z.B. 'Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen' vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>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.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten, insbesondere ggf. die Ausgestaltung des eigenständig zu erstellenden Modul-Portfolios, gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Iterative Verfahren zur Lösung von Gleichungssystemen: Theorie und Praxis</li> <li>- Singulärwertzerlegung: Algorithmen und Anwendungen</li> <li>- Eigenwertprobleme: Theorie und Praxis</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> <li>- Beherrschen der wichtigsten Verfahren zur Lösung von Gleichungssystemen und zur Eigenwert- und Singulärwertzerlegung</li> <li>- Verständnis der grundlegenden Problemen der Implementierung numerischer Algorithmen</li> <li>- Fähigkeit zur Implementierung effektiver Programmcodes für die numerischen Lösungsmethoden</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trefethen, Bau, Numerical Linear Algebra, SIAM</li> <li>- Demmel, Applied Numerical Linear Algebra, SIAM</li> </ul>			

- 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
Heike Faßbender		6	Vorlesung/Übung	englisch

**Literaturhinweise**

- Trefethen, Bau, Numerical Linear Algebra, SIAM
- Demmel, Applied Numerical Linear Algebra, SIAM
- Golub, Van Loan, Matrix Computations, John Hopkins

**Titel der Veranstaltung**

Numerische Lineare Algebra

Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Heike Faßbender		2	Übung	englisch

<b>Modulname</b>	Operatorhalbgruppen und Markov-Prozesse		
<b>Nummer</b>	1294130	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	3 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden Grundkenntnisse der Maß- und der Wahrscheinlichkeitstheorie sowie Kenntnis der Begriffe „Linearer Operator“, „Norm eines linearen Operators“ und „Banachraum“ vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
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.			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			
<p>[1] A. Pazy. Semigroups of Linear Operators and Applications to Partial Differential Equations, Springer, 1983.</p> <p>[2] N. Jacob. Pseudo-differential operators and Markov processes. Vol.I--III. Imperial College Press, 2001.</p> <p>[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.</p>			

[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
Yana Kinderknecht		2	Vorlesung	deutsch
Titel der Veranstaltung				
Operatorhalbgruppen und Markov-Prozesse				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Yana Kinderknecht		1	Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Partielle Differentialgleichungen		
<b>Nummer</b>	1295670	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	PDE	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	nur im Sommersemester	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden Kenntnisse in 'Gewöhnliche Differenzialgleichungen' und 'Funktionalanalysis' vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten) oder mündlichen Prüfung (25-35 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<p>Es wird eine Auswahl der folgenden Themen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sphärische Mittel</li> <li>- Harmonische Funktionen, Maximumprinzip</li> <li>- Satz von Perron, Methode der balayage</li> <li>- Newtonpotentiale und Greensche Funktion</li> <li>- Wärmeleitungsgleichung (Existenz und Eindeutigkeit der Lösung)</li> <li>- Wellengleichung in einer Raumdimension</li> <li>- Wellengleichung in ungeraden Raumdimensionen</li> <li>- Wellengleichung in geraden Raumdimensionen</li> <li>- Transport- und Erhaltungsgleichungen</li> <li>- Hilbertraummethode</li> <li>- Anwendungen der Partiellen Differenzialgleichungen in der Physik</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> </ul>			



- Verständnis von Modellierung physikalischer Gesetze durch partielle Differentialgleichungen
- Kennenlernen wichtiger Grundtypen partieller Differentialgleichungen 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**

**Anwesenheitspflicht**

**Titel der Veranstaltung**

Partielle Differentialgleichungen

Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Dirk Langemann		6	Vorlesung/Übung	deutsch

**Literaturhinweise**

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

**Titel der Veranstaltung**

Partielle Differentialgleichungen

Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Dirk Langemann		2	Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Partielle Differentialgleichungen Vertiefung			
<b>Nummer</b>	1296420	<b>Modulversion</b>	V2	
<b>Kurzbezeichnung</b>	PDE Vert	<b>Sprache</b>		
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät	
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>		
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik	
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>				
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216	
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>				
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Kenntnisse in 'Partielle Differenzialgleichungen' werden vorausgesetzt.			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten) oder mündlichen Prüfung (25-35 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>			
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>			
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>				
<b>Inhalte</b>				
Die Studierenden vertiefen das Gebiet der Partiellen Differenzialgleichungen.				
<b>Qualifikationsziel</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> </ul>				
<b>Literatur</b>				
wird in der Vorlesung bekannt gegeben				

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



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

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

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

<b>Modulname</b>	Scheduling		
<b>Nummer</b>	1295370	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	Scheduling	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	3 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden Kenntnisse in 'Einführung in die Mathematische Optimierung' vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modellierung von Schedulingproblemen</li> <li>- Scheduling auf einer Maschine</li> <li>- Scheduling paralleler Maschinen</li> <li>- Flow Shop</li> <li>- Job Shop</li> <li>- Open Shop</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li>   <li>- Kennenlernen von Modellen, Theorie und Implementationstechnik von Algorithmen zur Lösung NP-schwerer Schedulingprobleme (parallel machine, flow shop, job shop, open shop)</li> <li>- Fähigkeit zur Anwendung der fortgeschrittenen mathematischen Resultate in effektiven Algorithmen zur Lösung praktischer wirtschaftsmathematischer Probleme, insbesondere in Produktion und Logistik</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			

- Peter Brucker: Scheduling Algorithms, Springer, 2004
- Blazewicz, J.: Scheduling Computer and Manufacturing 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**

<b>Modulname</b>	Stabilität der Materie		
<b>Nummer</b>	1295490	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	StabMateri	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	3 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden Kenntnisse aus der Funktionalanalysis und Partielle Differentialgleichungen vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coulombsysteme: Große Atome und Moleküle</li> <li>- Lieb-Oxford-Ungleichung und andere Korrelationsungleichungen</li> <li>- Lieb-Thirring-Ungleichung</li> <li>- Thomas-Fermi-Theorie</li> <li>- Stabilität der nichtrelativistischer Materie ohne Magnetfelder</li> <li>- Ausblick: Stabilität pseudorelativistischer Materie und von Materie in Magnetfeldern</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> <li>- Anwendung des Rayleigh-Ritz-Variationsprinzips zur Abschätzung von Eigenwerten</li> <li>- Einführung in quantenchemische Fragestellungen und Dichtefunktionaltheorie</li> <li>- Erkennen der Bedeutung von Lieb-Thirring-Ungleichungen und von Korrelationsungleichungen</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			
wird in der Vorlesung bekanntgegeben			

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

↑

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

<b>Modulname</b>	Stochastische Differentialgleichungen		
<b>Nummer</b>	1295540	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	StochDGLen	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	3 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden Kenntnisse in 'Wahrscheinlichkeitstheorie' vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stochastische Integration</li> <li>- Beispiele von explizit lösbaren Gleichungen</li> <li>- Existenz und Eindeutigkeit von starken Lösungen</li> <li>- Konstruktion von schwachen Lösungen</li> <li>- Anwendungsbeispiele</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> <li>- Kennenlernen des Begriffs der stochastischen Integration sowie von Beispiele von explizit lösbaren stochastischen Differenzialgleichungen</li> <li>- Verständnis der Bedingungen für Existenz und Eindeutigkeit von starken Lösungen und Konstruktion von schwachen Lösungen</li> <li>- Kennenlernen von Anwendungsbeispielen</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Oksendal: Stochastic Differential Equations</li> <li>- Karatzas und Shreve: Brownian Motion and Stochastic Calculus</li> </ul>			



- 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**

<b>Modulname</b>	Stochastische Integration		
<b>Nummer</b>	1295590	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	StochInt	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	3 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Neben 'Stochastische Prozesse' werden Kenntnisse in 'Wahrscheinlichkeitstheorie' vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Semimartingale in stetiger Zeit</li> <li>- Quadratische Variation</li> <li>- Konstruktion des Ito-Integrals bzgl. Semimartingalen</li> <li>- Die Ito-Formel</li> <li>- Verhalten unter Maßwechsel (Satz von Girsanov)</li> <li>- Darstellungsergebnisse für Martingale als stochastische Integrale</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> <li>- Beherrschen der Konstruktion stochastischer Integrale bzgl. Semimartingalen und Verständnis, warum Riemann-Stieltjes-Integration bzgl. Semimartingalen i.a. nicht möglich ist</li> <li>- Fähigkeit, die Ito-Formel in konkreten Anwendungsproblemen einzusetzen</li> <li>- mit den Grundlagen der stochastischen Analysis Erlernen des Rüstzeugs für moderne Modellierungsansätze in so unterschiedlichen Anwendungsdisziplinen wie Finanzmärkte, Physik und Biologie</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			

- 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**

<b>Modulname</b>	Topologie		
<b>Nummer</b>	1297520	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	MAT-STD4-5	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehrinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten) oder mündlichen Prüfung (25-35 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.  Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<b>Literatur</b>			

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

↑

<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>				
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Anwesenheitspflicht</b>				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Topologie				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Boulos El Hilany		4	Vorlesung	deutsch
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Topologie				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Boulos El Hilany		2	Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	W*-Algebren		
<b>Nummer</b>	1295630	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	W*-Algebra	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	4 / 6,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	56	<b>Selbststudium (h)</b>	124
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 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</li> <li>- Präduale und normale Zustände</li> <li>- Tomita-Takesaki-Theorie</li> <li>- W*-dynamische Systeme in der Quantenphysik</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens durch breite, als auch vertiefte Kenntnis der Reinen Mathematik</li> <li>- Beherrschen der Grundbegriffe der Theorie von W*-Algebren, wie das von Neumannsche Bikommutantentheorem und Tomita-Takesaki Theorie</li> <li>- Kennenlernen von Anwendungen auf W*-dynamische Systeme in der Quantenphysik</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			

- 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**

<b>Modulname</b>	Zeitreihenanalyse		
<b>Nummer</b>	1295260	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	MAT-STD6-26	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	nur im Wintersemester	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	3 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden Kenntnisse in 'Wahrscheinlichkeitstheorie' vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beispiele für Zeitreihen</li> <li>• Stationarität (stark und schwach)</li> <li>• ARMA-Zeitreihen</li> <li>• Schätzen im Zeitbereich</li> <li>• Prognose</li> <li>• Modellwahl</li> <li>• Multivariate Zeitreihen und Kalman-Filter</li> <li>• Anwendungen in R</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>• Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>• Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>• Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>• Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> <li>• Beherrschen der Grundbegriffe der Zeitreihenanalyse und Kennenlernen von Beispielen für Zeitreihen</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			
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
Marco Meyer		3	Vorlesung/Übung	deutsch
Titel der Veranstaltung				
Zeitreihenanalyse				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Marco Meyer		1	Übung	deutsch

Wahlbereich Data Science

<b>Modulname</b>	Advanced Topics in Matrix Analysis		
<b>Nummer</b>	1295910	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	3 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden die Kenntnisse aus folgenden Veranstaltungen vorausgesetzt: Lineare Algebra 1 & 2, Analysis 1 & 2, Einführung in die Numerik.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<p>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.</p>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> <li>- 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.</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			
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**

<b>Modulname</b>	Algorithmen und Komplexität für Quantencomputer		
<b>Nummer</b>	1295950	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehrinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	3 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden Kenntnisse in "Lineare und Kombinatorische Optimierung" oder in "Diskrete Optimierung" vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mathematische und physikalische Grundlagen für Quantencomputer</li> <li>- Rechenmodel für Quantencomputer</li> <li>- Wichtige Algorithmen für Quantenrechnermodelle</li> <li>- Zusammenhang von Berechenbarkeit und Quantencomputern</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Beherrschung der Grundlagen zum Verständnis der Funktionsweise von Quantencomputern</li> <li>- Kenntnis algorithmischer Anwendungen dieser Funktionsweisen</li> <li>- Verständnis der Bedeutung von Quantencomputermodellen für die Theorie der Berechenbarkeit</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			
wird in der Veranstaltung bekannt gegeben			

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master 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
Sebastian Stiller		3	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
Sebastian Stiller		1	Übung	englisch
Literaturhinweise				
(de) wird in der Veranstaltung bekannt gegeben (en) will be announced in the lecture				

<b>Modulname</b>	Bootstrap-Verfahren		
<b>Nummer</b>	1295090	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	BootstrVer	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	3 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden Kenntnisse in 'Wahrscheinlichkeitstheorie' und 'Zeitreihenanalyse' vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einfache Beispiele für Bootstrap Verfahren</li> <li>- Spezifische wahrscheinlichkeitstheoretische Grundlagen bzgl. Konsistenz von Bootstrap Verfahren</li> <li>- Bootstrapkonsistenz unter Unabhängigkeit</li> <li>- Edgeworth-Entwicklungen</li> <li>- Bootstrap für Zeitreihen</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Beherrschen der grundlegenden Beweismethoden für die Konsistenz von Bootstrap Verfahren</li> <li>- Kennenlernen von Anwendungen von Bootstrap Verfahren im Bereich der Mathematischen Statistik</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			
wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben			

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

↑

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



<b>Modulname</b>	Bootstrap-Verfahren		
<b>Nummer</b>	1295090	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	5 / 7,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	56	<b>Selbststudium (h)</b>	124
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	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.		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	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.		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<b>Literatur</b>			

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

↑

<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>				
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Anwesenheitspflicht</b>				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Bootstrap-Verfahren				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
			Vorlesung/Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Bootstrap for Time Series in Frequency Domain		
<b>Nummer</b>	1295080	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	BootstrapT	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden Kenntnisse in 'Zeitreihenanalyse' und 'Spektralanalytische Methoden' vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten) oder mündlichen Prüfung (25-35 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
	(...)		
<b>Qualifikationsziel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> <li>- Verständnis der Eigenschaften verschiedener Klassen stochastischer Prozesse und Beherrschen der wichtigsten mathematischen Techniken in diesem Bereich</li> <li>- Beherrschen der wichtigsten Techniken für zeitstetige finanzmathematische Modelle</li> </ul>		
<b>Literatur</b>			

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



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

<b>Modulname</b>	Codierungstheorie		
<b>Nummer</b>	1296640	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	Codierungs	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehrinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	3 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden Kenntnisse in Linearer Algebra vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
Wir geben eine Einführung in die Theorie fehlerkorrigierender Codes und behandeln die dort vorkommenden Grundbegriffe sowie einige bekannte Klassen von Codes.			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> <li>- Kenntnis der Grundlagen der Theorie fehlerkorrigierender Codes und einiger ausgewählter Beispiele wichtiger Codes</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			
Wird in der Vorlesung bekannt gegeben.			

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

↑

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

<b>Modulname</b>	Diskrete Optimierung		
<b>Nummer</b>	1295130	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	DiskreteOp	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	nur im Sommersemester	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden insbesondere Kenntnisse in 'Einführung in die Mathematische Optimierung' und 'Lineare und Kombinatorische Optimierung' vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten) oder mündlichen Prüfung (25-35 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Effizient lösbare Kombinatorische und ganzzahlige Optimierungsaufgaben</li> <li>- ganzzahlige Polyeder</li> <li>- Relaxation, Dualität und Dekomposition</li> <li>- NP-schwere kombinatorische Optimierungsaufgaben</li> <li>- NP-schwere ganzzahlige Optimierungsaufgaben</li> <li>- NP-schwere gemischt-ganzzahlige Optimierungsaufgaben</li> <li>- Branch &amp; Bound, Branch &amp; Cut</li> <li>- Dynamische Programmierung</li> <li>- Approximationsalgorithmen</li> <li>- Ausgewählte Anwendungen (Industrie, Wirtschaft, Informatik,...)</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kennenlernen von kombinatorischen und diskreten Optimierungsproblemen</li> <li>- Erweiterte Kenntnisse der Komplexitätstheorie</li> </ul>			

- 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
Sebastian Stiller		6	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
Sebastian Stiller		2	Übung	englisch



<b>Modulname</b>	Dynamische Optimierung		
<b>Nummer</b>	1295340	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	nur im Wintersemester	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten) oder mündlichen Prüfung (25-35 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modellierung dynamischer Prozesse durch ODE und DAE</li> <li>- Theorie der Anfangswertprobleme bei gewöhnlichen Differentialgleichungen (ODE) und differentialalgebraischen (DAE) Gleichungen</li> <li>- Randwertprobleme, Lösung durch Einzelschieß- und Mehrzielverfahren</li> <li>- Modellierung und Transformation von Optimalsteuerungsproblemen</li> <li>- Das Prinzip von Bellman</li> </ul> <p>Direkte, indirekte, sequentielle und simultane Ansätze, darunter beispielsweise das Pontryagin'sche Maximumprinzip, Einzelschießverfahren, Kollokationsverfahren, Mehrzielverfahren, dynamische Optimierung, die Hamilton-Jacobi-Bellman-Gleichung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Strukturen und deren Ausnutzung im direkten Mehrzielverfahren</li> <li>- Parameterschätzung und dynamischen Problemen</li> <li>- Das verallgemeinerte Gauß-Newton-Verfahren, lokale Kontraktion und Konvergenz</li> <li>- Statistik des verallgemeinerten Gauß-Newton-Verfahrens</li> <li>- Optimale Versuchsplanung</li> <li>- Modelldiskriminierung</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> </ul>			

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

**Zugeordnet zu folgenden Studiengängen**

Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master 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
Christian Kirches		6	Vorlesung/Übung	englisch

**Titel der Veranstaltung**

Dynamische Optimierung

Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Christian Kirches		2	Übung	englisch

<b>Modulname</b>	Funktionale Zeitreihen			
<b>Nummer</b>	1295390	<b>Modulversion</b>	V2	
<b>Kurzbezeichnung</b>	FktionaleZ	<b>Sprache</b>		
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät	
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>		
<b>SWS / ECTS</b>	3 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik	
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>				
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108	
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>				
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden Kenntnisse in 'Zeitreihenanalyse' vorausgesetzt.			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>			
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.			
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>				
<b>Inhalte</b>				
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				
<b>Qualifikationsziel</b>				
- 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				
<b>Literatur</b>				
wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben				

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



<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>				
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Anwesenheitspflicht</b>				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Funktionale Zeitreihen				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
		3	Vorlesung/Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Gemischt-ganzzahlige Nichtlineare Optimierung (MINLP)		
<b>Nummer</b>	1295420	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	MINLP	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	3 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden Inhalte aus 'Einführung in die Mathematische Optimierung' oder 'Lineare und Kombinatorische Optimierung' vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
Gemischt-ganzzahlige Nichtlineare Optimierung (MINLP) 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			
<b>Qualifikationsziel</b>			
- 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
Christian Kirches Sebastian Stiller		2	Vorlesung	deutsch

**Titel der Veranstaltung**

Gemischt-ganzzahlige Nichtlineare Optimierung (MINLP)

Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Christian Kirches Sebastian Stiller		1	Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Informationstheorie und Signalverarbeitung		
<b>Nummer</b>	1295500	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	InfoSignal	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Grundkenntnisse zu stochastischen Prozessen sind wünschenswert.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten) oder mündlichen Prüfung (25-35 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundbegriffe der Kodierungstheorie,</li> <li>- Kraft-Ungleichung und der Satz von McMillan,</li> <li>- Unabhängig identisch verteilte Informationsquellen und Huffman-Kodes,</li> <li>- Entropie und andere Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitstheorie,</li> <li>- Stochastische Prozesse und Entropieraten,</li> <li>- Shannons Theorem für unabhängig identisch verteilte Zufallsvariablen,</li> <li>- Das Gesetz der großen Zahlen und der Gleichverteilungssatz,</li> <li>- Universelle Kodierungen und Lempel-Ziv-Kodierung,</li> <li>- Rate Distortion Theory</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verständnis der optimalen Kodierung zufälliger Datenquellen</li> <li>- Berechnung optimale Kodierungen mit Hilfe der Entropierate des zugehörigen stochastischen Prozesses als zentrale Größe</li> </ul>			

**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**



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

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

↑

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

Titel der Veranstaltung				
Introduction to Quantum Information Theory				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Volker Bach		3	Vorlesung/Übung	deutsch
Literaturhinweise				
A. Holevo: Quantum Systems, Channels, Information				

Titel der Veranstaltung				
Introduction to Quantum Information Theory				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Volker Bach		1	kl.Übung	deutsch

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

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

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN				
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Anwesenheitspflicht</b>				
Titel der Veranstaltung				
Introduction to Quantum Information Theory				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Volker Bach		3	Vorlesung/Übung	deutsch
Literaturhinweise				
A. Holevo: Quantum Systems, Channels, Information				
Titel der Veranstaltung				
Introduction to Quantum Information Theory				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Volker Bach		1	kl.Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Introduction to the Theory of Bootstrap for Time Series		
<b>Nummer</b>	1295530	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	IntroBoots	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	5 / 8,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	70	<b>Selbststudium (h)</b>	170
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden Kenntnisse in 'Zeitreihenanalyse' und 'Spektralanalytische Methoden' vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten) oder mündlichen Prüfung (25-35 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<p>Es wird eine Auswahl der folgenden Themen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Simple examples for Bootstrap procedures</li> <li>- Specific probabilistic and statistical foundations for Bootstrap procedures</li> <li>- Consistency of Bootstrap procedures</li> <li>- AR-Sieve Bootstrap and regression-type Bootstrap procedures</li> <li>- Block Bootstrap, Circular and Stationary Bootstrap</li> <li>- Subsampling</li> <li>- Bootstrap in frequency domain</li> <li>- Applications</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verständnis der Eigenschaften verschiedener Klassen stochastischer Prozesse und Beherrschen der wichtigsten mathematischen Techniken in diesem Bereich</li> <li>- Beherrschen der wichtigsten Techniken für zeitstetige finanzmathematische Modelle</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			

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**

<b>Modulname</b>	Inverse Probleme		
<b>Nummer</b>	1295880	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	MAT-STD6-88	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	3 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Kenntnisse in 'Einführung in die Numerik' werden vorausgesetzt. Kenntnisse in Funktionalanalysis sind hilfreich.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kompakte Operatoren, Pseudo-Inverse</li> <li>- Regularisierungsmethoden, Ordnungsoptimalität</li> <li>- Tikhonov-Regularisierung, Landweberverfahren, CG-Verfahren</li> <li>- A-priori und a-posteriori Parameterwahl</li> <li>- ggf. nichtlineare Probleme oder konvexe variationale Regularisierung</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> <li>- Kennenlernen des Begriffs eines "schlecht gestellten Problems", von Regularisierungsverfahren und deren Eigenschaften</li> <li>- Fähigkeit zur Bearbeitung schlecht gestellter Probleme mit dem Computer zur Berechnung von Regularisierungen</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rieder, Keine Probleme mit Inversen Problemen, Vieweg, 2003 (deutsch)</li> <li>- Engl, Hanke, Neubauer, Regularization of Inverse Problems, Kluwer, 2000 (english)</li> </ul>			

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master 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
Dirk Lorenz		2	Vorlesung	englisch
Literaturhinweise				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rieder, Keine Probleme mit Inversen Problemen, Vieweg, 2003 (deutsch)</li> <li>• Engl, Hanke, Neubauer, Regularization of Inverse Problems, Kluwer, 2000 (english)</li> </ul>				
Titel der Veranstaltung				
Inverse Probleme				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Dirk Lorenz		1	Übung	englisch



<b>Modulname</b>	Kontinuierliche Optimierung in Data Science		
<b>Nummer</b>	1294110	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	3 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Linear and Nonlinear Regression</li> <li>- Matrix Completion</li> <li>- Low Rank Parameterization</li> <li>- Nonnegative Matrix Factorisation</li> <li>- Sparse Inverse Covariance</li> <li>- Sparse Principal Component Analysis</li> <li>- Nichtlineare Support Vector Machines</li> <li>- Logistic Regression</li> <li>- Deep Learning</li> <li>- selected applications</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li>   <li>- Kennenlernen exemplarischer Aufgabenstellungen aus dem Bereich Data Science</li> <li>- Erwerb von ausgewählten Problemlösefähigkeiten mit Mitteln der kontinuierlichen</li> </ul>			

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

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

↑

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

<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Kontinuierliche Optimierung in Data Science				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Christian Kirches		2	Vorlesung	englisch

<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Kontinuierliche Optimierung in Data Science				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Christian Kirches		1	Übung	englisch

<b>Modulname</b>	Kryptographie		
<b>Nummer</b>	1295010	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	Kryptograp	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	3 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung in die Kryptographie</li> <li>- Symmetrische und asymmetrische Kryptosysteme</li> <li>- Methoden der Public Key Kryptographie</li> <li>- Primzahltests und Faktorisierungsverfahren</li> <li>- Geschichte der Kryptographie</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> <li>- Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten in der Reinen Mathematik mit dem Ziel der Anwendung auf Probleme der Kommunikationstheorie</li> <li>- Das Beherrschen von algebraischen und zahlentheoretischen Methoden in der Public-Key Kryptographie und bei Signaturverfahren</li> <li>- Die Fähigkeit, die Komplexität der Faktorisierung von Zahlen und das Konzept des diskreten Logarithmus für kryptographische Zwecke zu nutzen</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			

- 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**

<b>Modulname</b>	Markov Prozesse		
<b>Nummer</b>	1294990	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	nur im Wintersemester	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden Kenntnisse in 'Wahrscheinlichkeitstheorie', 'Diskrete Finanzmathematik' und 'Zeitreihenanalyse' vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten) oder mündlichen Prüfung (25-35 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<b>Literatur</b>	wird in der Veranstaltung bekannt gegeben		

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

↑

<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>				
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Anwesenheitspflicht</b>				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Markov Prozesse				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
			Vorlesung/Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Maschinelles Lernen mit neuronalen Netzen		
<b>Nummer</b>	1296590	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	MAT-STD5-59	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	3 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden Kenntnisse in Analysis und linearer Algebra vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mehrschichtige neuronale Netze</li> <li>- Backpropagation-Algorithmus</li> <li>- Regularisierung</li> <li>- Stochastische Gradientenverfahren</li> <li>- Optimierungsmethoden zweiter Ordnung</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> <li>- Fähigkeit der Charakterisierung neuronaler Netze anhand mathematischer Größen und Begriffe</li> <li>- Kennenlernen verschiedener Einsatzgebiete und Anwendungen neuronaler Netze</li> <li>- Verständnis von Optimierungsmethoden für das Training neuronaler Netze</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville, Deep Learning, MIT Press, 2017</li> <li>- C. M. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006</li> </ul>			

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master 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
Christoph Brauer Timo de Wolff		3	Vorlesung/Übung	englisch
Titel der Veranstaltung				
Maschinelles Lernen mit neuronalen Netzen				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Christoph Brauer Timo de Wolff		1	Online kleine Übung	englisch



<b>Modulname</b>	Maschinelles Lernen und Anwendungen in der Luft- und Raumfahrt		
<b>Nummer</b>	1296000000	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	englisch
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	3 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden grundlegende Kenntnisse in linearer Algebra und Analysis vorausgesetzt. Grundkenntnisse der Stochastik sind hilfreich, werden aber nicht vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen des maschinellen Lernens</li> <li>- Tiefe neuronale Netze</li> <li>- Informiertes maschinelles Lernen</li> <li>- Erklärbares maschinelles Lernen</li> <li>- Hyperparameter-Optimierung</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
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.			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• GOODFELLOW, Ian; BENGIO, Yoshua; COURVILLE, Aaron. Deep learning. MIT press, 2016.</li> </ul>			

- 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	Vorlesung	deutsch

**Titel der Veranstaltung**

Maschinelles Lernen und Anwendungen in der Luft- und Raumfahrt

Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
		1	kl. Übung	deutsch

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

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

↑

ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN				
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Anwesenheitspflicht</b>				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Mathematical Foundations of Information Theory and Coding Theory				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
			Vorlesung/Übung	deutsch

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

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

↑

<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>				
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Anwesenheitspflicht</b>				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Mathematical Foundations of Information Theory and Coding Theory				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
			Vorlesung/Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Mathematische Bildverarbeitung		
<b>Nummer</b>	1295570	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	MathBildve	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Kenntnisse in 'Einführung in die Numerik' werden vorausgesetzt. Kenntnisse in 'Funktionalanalysis' sind hilfreich.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten) oder mündlichen Prüfung (25-35 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interpolation und Abtasten, Histogramme</li> <li>- Lineare und Morphologische Filter</li> </ul> <p>Eine Auswahl aus den Themen: Frequenzmethoden, Abtasttheorem, Anwendungen von partielle Differentialgleichungen oder Variationsmethoden.</p>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> <li>- Verständnis der Charakterisierung der Qualität eines Bildes durch mathematische Größen</li> <li>- Kennenlernen der wichtigsten Grundaufgaben der Bildverarbeitung und verschiedener Methoden zu deren Lösung</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aubert, Kornprobst, Mathematical Problems in Image Processing, Springer, 2006</li> <li>- Bredies, Lorenz, Mathematische Bildverarbeitung, Vieweg, 2011</li> <li>- Bernd Jähne, Digitale Bildverarbeitung, Springer 2005</li> <li>- Gilles Aubert und Pierre Kornprobst, Mathematical Problems in Image Processing, Springer 2006</li> </ul>			

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

**Zugeordnet zu folgenden Studiengängen**

Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master 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
Dirk Lorenz		4	Vorlesung	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

**Titel der Veranstaltung**

Mathematische Bildverarbeitung

Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Dirk Lorenz		2	Übung	englisch



<b>Modulname</b>	Mathematische Statistik und Finanzzeitreihen		
<b>Nummer</b>	1295620	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	MathStatFZ	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	nur im Wintersemester	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden Kenntnisse in 'Wahrscheinlichkeitstheorie', 'Diskrete Finanzmathematik' und 'Zeitreihenanalyse' vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten) oder mündlichen Prüfung (25-35 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Statistische Modelle</li> <li>- Maximum-Likelihood Schätzer</li> <li>- Optimalität statistischer Entscheidungsverfahren</li> <li>- Asymptotische Beurteilung von Schätzverfahren und statistischen Tests</li> <li>- Beispiele für Finanzzeitreihen</li> <li>- Volatilitätsmodellierung</li> <li>- GARCH-Modelle von heteroskedastische Zeitreihenmodelle</li> <li>- Existenz stationärer Lösungen in GARCH-Modellen</li> <li>- Parameterschätzung in GARCH-Modellen</li> <li>- Anwendung auf reale Datensätze</li> <li>- Zinstrukturmodelle</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> </ul>			

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

Titel der Veranstaltung				
Mathematische Statistik und Finanzzeitreihen				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Jens-Peter Kreiß		6	Vorlesung/Übung	englisch

Titel der Veranstaltung				
Mathematische Statistik und Finanzzeitreihen				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Jens-Peter Kreiß		2	Übung	englisch

<b>Modulname</b>	Modellreduktion		
<b>Nummer</b>	1295720	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	Modellred	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden Kenntnisse in 'Einführung in die Numerik', 'Analysis 3/Gewöhnliche DGL' und 'Numerik gewöhnlicher DGL' vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>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.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten, insbesondere ggf. die Ausgestaltung des eigenständig zu erstellenden Modul-Portfolios, gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Numerische Verfahren zur Modellreduktion für zeitabhängige lineare und nichtlineare Systeme, insbesondere modales Abschneiden (Eigenwert-basierte Verfahren, Singulärwertzerlegung-basierte Verfahren)</li> <li>- Proper orthogonal decomposition (POD)/Karhunen-Loeve-Zerlegung</li> <li>- (discrete) empirical interpolation method ((D)EIM)</li> <li>- Reduzierte Basis Methoden für parameterabhängige Systeme</li> <li>- Greedy Verfahren, Zertifizierung, Anwendungen.</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verständnis des Konzepts und der Anwendungen der Modellreduktion</li> <li>- Beherrschen der wichtigsten Verfahren der (nicht)linearen Modellreduktion</li> <li>- Verständnis der grundlegenden Grenzen der Anwendbarkeit der Verfahren</li> <li>- Fähigkeit zur Beurteilung der Güte und Optimalität der erreichbaren Approximation</li> </ul>			

**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
Carmen Gräble		2	Übung	englisch

**Titel der Veranstaltung**

Modellreduktion

Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Carmen Gräble		4	Vorlesung	englisch

**Literaturhinweise**

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

<b>Modulname</b>	Modellreduktion linearer zeitinvarianter Systeme		
<b>Nummer</b>	1294220	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	ModellredLinZeitinvSyst	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden Kenntnisse in 'Einführung in die Numerik', 'Analysis 3/Gewöhnliche DGL' und 'Numerik gewöhnlicher DGL' vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten) oder mündlichen Prüfung (25-35 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<b>Qualifikationsziel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> </ul>		
<b>Literatur</b>	wird in der Veranstaltung bekannt gegeben		

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



<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>				
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Anwesenheitspflicht</b>				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Modellreduktion linearer zeitinvarianter Systeme				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
		6	Vorlesung/Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Nichtnegativität und polynomielle Optimierung		
<b>Nummer</b>	1295920	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	SSem alle 2 Jahre	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	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.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten) oder mündlichen Prüfung (25-35 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Klassische Nichtnegativität und Summen von Quadraten (SOS)</li> <li>- Semidefinite Optimierung: Bezug zu SOS, Momenten, Spektraedern</li> <li>- Positivstellensätze: Grundlage polynomieller Optimierung unter Nebenbedingungen</li> <li>- Polynomielle Optimierung in der Praxis: Software und Solver; Anwendungen; Theorie vs. Praxis</li> </ul> <p>Außerdem beispielsweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tarski-Seidenberg Theorem und CAD</li> <li>- Stabilität und hyperbolische Optimierung</li> <li>- AGI-Formen</li> <li>- Bezüge zur theoretischen Informatik</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> </ul> <p>- Verständnis der Kernaussagen der reell algebraischen Geometrie zu Nichtnegativität und deren Bezug zur polynomiellen Optimierung</p>			

- 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
Timo de Wolff		6	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
Timo de Wolff		2	Übung	englisch



<b>Modulname</b>	Nichtparametrische Statistik		
<b>Nummer</b>	1295740	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	NichtparaS	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	3 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden Kenntnisse in 'Wahrscheinlichkeitstheorie' und in 'Mathematischer Statistik' vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kern- und lokal polynomiale Schätzer für Wahrscheinlichkeitsdichten und Regressionsfunktionen</li> <li>- Bias-Varianz Zerlegung</li> <li>- Optimale asymptotische Konvergenzraten unter Glattheitsannahmen</li> <li>- Asymptotische Risikoschranken</li> <li>- Weitere nichtparametrische Schätzer für Regressionsfunktionen (auch unter sog. shape constraints wie z. B. Monotonie oder Konvexität)</li> <li>- Bandweitenwahl</li> <li>- Variierende vertiefende Aspekte (z. B. Bootstrap)</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li>   <li>- Kennenlernen von Kernschätzmethoden und andere Glättungsverfahren der Statistik</li> <li>- Beherrschen des grundsätzlichen methodischen Vorgehens</li> <li>- Kennenlernen von Bootstrap-Verfahren und weitere Resamplingtechniken</li> </ul>			

**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
Jens-Peter Kreiß		2	Vorlesung	deutsch

**Titel der Veranstaltung**

Nichtparametrische Statistik

Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Jens-Peter Kreiß		1	Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Nichtparametrische Statistik inkl. Spezialisierung		
<b>Nummer</b>	1295730	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	NichtparaS	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	5 / 8,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	70	<b>Selbststudium (h)</b>	170
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Kenntnisse in ‚Wahrscheinlichkeitstheorie‘ und ‚Mathematischer Statistik‘ werden vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten) oder mündlichen Prüfung (25-35 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<p>[Nichtparametrische Statistik]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kern- und lokal polynomiale Schätzer für Wahrscheinlichkeitsdichten und Regressionsfunktionen</li> <li>- Bias-Varianz Zerlegung</li> <li>- optimale asymptotische Konvergenzraten unter Glattheitsannahmen</li> <li>- asymptotische Risikoschranken</li> <li>- weitere nichtparametrische Schätzer für Regressionsfunktionen (auch unter sog. shape constraints wie z.B. Monotonie oder Konvexität)</li> <li>- Bandweitenwahl</li> <li>- Variierende vertiefende Aspekte (z.B. Bootstrap)</li> </ul> <p>[Spezialisierung] Inhalt je nach Wahl der Spezialisierung</p>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> </ul>			

- 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
Jens-Peter Kreiß		2	Vorlesung	deutsch

**Titel der Veranstaltung**

Spektralanalytische Methoden der Zeitreihenanalyse

Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
N.N. Dozent-Mathematik		3	Vorlesung/Übung	deutsch

**Titel der Veranstaltung**

Nichtparametrische Statistik

Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Jens-Peter Kreiß		1	Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Numerical Methods and Learning from Data		
<b>Nummer</b>	1294070	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	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.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten) oder mündlichen Prüfung (25-35 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Randomisierte Methoden, wie etwa Matrix-Multiplikation, randomisierte Zerlegungen (QR, SVD), Rangbestimmung</li> <li>- Niedrigrangmethoden, Grundzüge des Compressed Sensing</li> <li>- Numerische Methoden für strukturierte Matrizen (FFT, Zirkulanten, Topelitz-Matrizen, Inzidenzmatrizen) und deren Anwendungen</li> <li>- Grundbegriffe der Stochastik und Optimierung, insbes. stochastic gradient descent method</li> <li>- Grundzüge der Methoden des Learnings, etwa Deep Learning</li> <li>- Umsetzung numerischer Methoden in einer Programmiersprache wie MATLAB</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziel</b>	<p>Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> </ul>		

- 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**

<b>Modulname</b>	Numerische Methoden für Markov-Ketten		
<b>Nummer</b>	1295780	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	NumMethMar	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	3 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden insbesondere Kenntnisse aus der "Einführung in die Numerik" vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<p>[Numerische Methoden für Markov-Ketten (V)]                  spezifizierte Qualifikationsziele/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.</p> <p>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 Lösungsverfahren entwickeln.</p>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> </ul>			

- 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**



<b>Modulname</b>	Numerische Methoden in der Finanzmathematik		
<b>Nummer</b>	1295790	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	NumMethMar	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	nur im Wintersemester	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	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'.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>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.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten, insbesondere ggf. die Ausgestaltung des eigenständig zu erstellenden Modul-Portfolios, gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Optionen und Optionspreismodelle</li> <li>- Binomialmethode</li> <li>- Aktienkursmodelle und numerische Simulation</li> <li>- Black-Scholes-Gleichung und numerische Methoden hierfür</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> <li>- Kennenlernen mathematischer Modelle von Finanzderivaten</li> <li>- Verständnis der grundlegenden Ideen numerischer Methoden zur Berechnung von Optionspreisen und die Fähigkeit, die theoretischen Eigenschaften dieser Verfahren zu bewerten</li> </ul>			

- Fähigkeit zur Implementierung einfacher Programmcodes für die verschiedenen Löser, die bei Anwendungsproblemen in der Finanzmathematik auftreten

**Literatur**

- Seydel, R. Tools for Computational Finance, Springer
- Günther, M., Jünger, 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**

<b>Modulname</b>	Online-Optimierung und Optimierungsbasierte Regelung		
<b>Nummer</b>	1295650	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	OnlineOpt	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten) oder mündlichen Prüfung (25-35 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.  Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.  Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Explizite Modellprädiktive Regelung</li> <li>- Lineare Modellprädiktive Regelung</li> <li>- Homotopieverfahren</li> <li>- Aktive-Mengen-Verfahren</li> <li>- Nichtlineare Modellprädiktive Regelung</li> <li>- Anfangswerteinbettung</li> <li>- Echtzeititerationen</li> <li>- Inexakte Ableitungen und Newton-Typ-Verfahren</li> <li>- Zustandsschätzung: Kalman-Filter, Moving Horizon Estimation</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> <li>- Kennenlernen der Problemstellung der Optimierung unter Echtzeitbedingungen, der Optimierungsbasierten Regelung, sowie der Optimierungsbasierten Zustandsschätzung jeweils bei nichtlinearen dynamischen Systemen</li> </ul>			

- 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. Gerds: Optimal Control of ODEs and DAEs, De Gruyter, 2011.
- A. E. Bryson, Y.-C. Ho: Applied Optimal Control: Optimization Estimation and Control, Routledge, 1975.
- 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**

<b>Modulname</b>	Optimierung in Maschinellem Lernen und Datenanalyse 1		
<b>Nummer</b>	1295660	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	OptMaschLe	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	nur im Sommersemester	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	3 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden Kenntnisse aus Lineare Algebra, Analysis, Lineare und Kombinatorische Optimierung und aus Diskrete Optimierung sowie Grundkenntnisse im Bereich Wahrscheinlichkeitstheorie vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
Inhalte sind Modelle, Kriterien und Methoden zur Analyse von Vektordaten als Graphen und zur Analyse von Netzwerken, insbesondere Zentralität und Clusterung, sowie Optimierungsmethoden und grundlegende Analysen für verschiedene Formen des maschinellen Lernens. Dies kann mehrstufige, künstliche Neuronale Netze beinhalten.			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li>   <li>- Kennenlernen von Optimierungsmethoden für maschinelles Lernen und maschinelles Lernen in Algorithmen der Optimierung, insbesondere der diskreten Optimierung und Netzwerkoptimierung</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			
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
Sebastian Stiller		1	Übung	deutsch
Titel der Veranstaltung				
Optimierung in Maschinellem Lernen und Datenanalyse 1				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Sebastian Stiller		3	Vorlesung/Übung	deutsch
Literaturhinweise				
(de) wird in der Veranstaltung bekannt gegeben (en) will be announced in the lecture				

<b>Modulname</b>	Risiko- und Extremwerttheorie		
<b>Nummer</b>	1295690	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	RisikoExtr	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	3 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden Kenntnisse in 'Wahrscheinlichkeitstheorie' vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlegende Modellierung von Gesamtschadenverteilungen</li> <li>- Zusammengesetzte Poissonprozesse</li> <li>- Prämienkalkulation</li> <li>- Approximation der Gesamtschadenverteilung</li> <li>- Schadenreservierung und Rückstellung</li> <li>- Rückversicherung und Schadenteilung inkl. Prämienaufteilung</li> <li>- Ruintheorie: Cramèr-Lundberg-Modell, Lundberg-Ungleichung und -Koeffizient</li> <li>- Risikomaße und deren Eigenschaften: Value-at-Risk, expected shortfall, Kohärenz</li> <li>- Copulas mit Anwendungen, Rangkorrelationen</li> <li>- Credibility-Theorie und Credibility-Schätzer, Bühlmann-Straub-Modell</li> <li>- Extremwerttheorie: Grundlagen, Extremwertverteilungen, Grenzwertaussagen und Anziehungsbereiche</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> <li>- Beherrschen der grundlegenden Methoden der Schadenversicherungsmathematik einschließlich Tarifierung, Rückstellung und Schadenreservierung</li> </ul>		

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

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

Titel der Veranstaltung				
Risiko- und Extremwerttheorie				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
		1	Übung	deutsch



<b>Modulname</b>	Risiko- und Extremwerttheorie inkl. Spezialisierung		
<b>Nummer</b>	1295680	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	RisikoExtr	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	5 / 8,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	70	<b>Selbststudium (h)</b>	170
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden Kenntnisse in 'Wahrscheinlichkeitstheorie' vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten) oder mündlichen Prüfung (25-35 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<p>[Risiko- und Extremwerttheorie (V)]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlegende Modellierung von Gesamtschadenverteilungen</li> <li>- Zusammengesetzte Poissonprozesse</li> <li>- Prämienkalkulation</li> <li>- Approximation der Gesamtschadenverteilung</li> <li>- Schadenreservierung und Rückstellung</li> <li>- Rückversicherung und Schadenteilung inkl. Prämienaufteilung</li> <li>- Ruintheorie: Cramér-Lundberg-Modell, Lundberg-Ungleichung und -Koeffizient</li> <li>- Risikomaße und deren Eigenschaften: Value-at-Risk, expected shortfall, Kohärenz</li> <li>- Copulas mit Anwendungen, Rangkorrelationen</li> <li>- Credibility-Theorie und Credibility-Schätzer, Bühlmann-Straub-Modell</li> <li>- Extremwerttheorie: Grundlagen, Extremwertverteilungen, Grenzwertaussagen</li> </ul> <p>[Spezialisierung]                  Inhalt je nach Wahl der Spezialisierung</p>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> </ul>			

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

Titel der Veranstaltung				
Nichtparametrische Statistik				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Jens-Peter Kreiß		2	Vorlesung	deutsch

Titel der Veranstaltung				
Spektralanalytische Methoden der Zeitreihenanalyse				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
N.N. Dozent-Mathematik		3	Vorlesung/Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Spektralanalytische Methoden der Zeitreihenanalyse		
<b>Nummer</b>	1295460	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	Spektralan	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	nur im Sommersemester	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	3 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden Kenntnisse in 'Wahrscheinlichkeitstheorie' und 'Zeitreihenanalyse' vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Spektralmaß und Spektraldichte einer stationären Zeitreihe</li> <li>- Spektralsatz für stationäre Zeitreihen</li> <li>- Filterung stationärer Zeitreihen, Anwendungen auf ARMA-Modelle</li> <li>- Periodogramm und dessen asymptotische Eigenschaften</li> <li>- Integrierte Periodogramme und deren asymptotische Eigenschaften</li> <li>- Konsistente nichtparametrische Schätzung der Spektraldichte (smoothed periodograms und lag-window Schätzer)</li> <li>- Konfidenzintervalle für die Spektraldichte und parametrische Spektraldichteschätzung, pre-whitening</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> <li>- Kennenlernen der spektralanalytische Methoden der Zeitreihenanalyse</li> <li>- Kennenlernen der Integration deterministischer Funktionen nach Prozessen mit orthogonalen Inkrementen bzw. nach Maßen mit orthogonalen Werten</li> <li>- Kennenlernen von Schätzverfahren für die Spektraldichte</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			
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
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>
<b>Anwesenheitspflicht</b>

Titel der Veranstaltung				
Spektralanalytische Methoden der Zeitreihenanalyse				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
N.N. Dozent-Mathematik		3	Vorlesung/Übung	deutsch

Titel der Veranstaltung				
Spektralanalytische Methoden der Zeitreihenanalyse				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
N.N. Dozent-Mathematik		1	Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Spektralanalytische Methoden der Zeitreihenanalyse inkl. Spezialisierung		
<b>Nummer</b>	1295430	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	Spektralan	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	nur im Sommersemester	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	5 / 8,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	70	<b>Selbststudium (h)</b>	170
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden Kenntnisse in 'Wahrscheinlichkeitstheorie' und 'Zeitreihenanalyse' vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten) oder mündlichen Prüfung (25-35 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<p>[Spektralanalytische Methoden der Zeitreihenanalyse]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Spektralmaß und Spektraldichte einer stationären Zeitreihe</li> <li>- Spektralsatz für stationäre Zeitreihen</li> <li>- Filterung stationärer Zeitreihen, Anwendungen auf ARMA-Modelle</li> <li>- Periodogramm und dessen asymptotische Eigenschaften</li> <li>- Integrierte Periodogramme und deren asymptotische Eigenschaften</li> <li>- Konsistente nichtparametrische Schätzung der Spektraldichte (smoothed periodograms und lag-window Schätzer)</li> <li>- Konfidenzintervalle für die Spektraldichte und parametrische Spektraldichteschätzung, pre-whitening</li> </ul> <p>[Spezialisierung] Inhalt je nach Wahl der Spezialisierung</p>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> <li>- Kennenlernen der spektralanalytische Methoden der Zeitreihenanalyse</li> <li>- Kennenlernen der Integration deterministischer Funktionen nach Prozessen mit orthogonalen Inkrementen bzw. nach Maßen mit orthogonalen Werten</li> <li>- Kennenlernen von Schätzverfahren für die Spektraldichte</li> </ul>			

<b>Literatur</b>
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			

↑

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

<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Nichtparametrische Statistik				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Jens-Peter Kreiß		2	Vorlesung	deutsch

<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Spektralanalytische Methoden der Zeitreihenanalyse				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
N.N. Dozent-Mathematik		3	Vorlesung/Übung	deutsch

<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Spektralanalytische Methoden der Zeitreihenanalyse				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
N.N. Dozent-Mathematik		1	Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Spezialisierung Mathematische Stochastik		
<b>Nummer</b>	1295480	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	SpezStoch	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	in jedem Semester	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	4 / 6,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	56	<b>Selbststudium (h)</b>	124
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<p>[Spezialisierung 1] Inhalt je nach Wahl der Spezialisierung</p> <p>[Spezialisierung 2] Inhalt je nach Wahl der Spezialisierung</p>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li> <li>- Kennenlernen eines Spezialisierungsbereichs innerhalb der mathematischen Stochastik</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			
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
Jens-Peter Kreiß		2	Vorlesung	deutsch
Titel der Veranstaltung				
Spektralanalytische Methoden der Zeitreihenanalyse				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
N.N. Dozent-Mathematik		3	Vorlesung/Übung	deutsch



<b>Modulname</b>	Statistisches und maschinelles Lernen		
<b>Nummer</b>	1295520	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	StatMaschL	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	4 / 7,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	56	<b>Selbststudium (h)</b>	154
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	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.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	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.		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	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.		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Supervised Learning: Lineare Regression, Logistische Regression, Support Vector Machines, - Decision Trees, k-means, kernel smoothing methods, Random forests, Bagging und Boosting, Neuronale Netzwerke</li> <li>- Unsupervised Learning: Principal Component Analysis, Clustering</li> <li>- Modellanpassungen: Wahl der Glättungsparameter via cross validation oder Bootstrap</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Systematische Vertiefung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik</li> <li>- Systematische Ergänzung des im Bachelorstudium erworbenen Basiswissens zur Mathematik durch Kennenlernen weiterer Gebiete der Mathematik und damit Verbreiterung der eigenen mathematischen Kompetenz</li> <li>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Angewandten als auch der Reinen Mathematik</li> <li>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit einhergehende Beherrschung ihrer komplexen Methoden</li> <li>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch in Beispielen mit Projektcharakter</li>   <li>- Kennenlernen der grundlegenden Ideen und Methoden im Bereich des maschinellen und statistischen Lernens</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- G. James, D. Witten, T. Hastie, R. Tibshirani: „An Introduction to Statistical Learning“, Springer 2013</li> <li>- T. Hastie, R. Tibshirani, J. Friedman: „The Elements of Statistical Learning“, Springer 2001</li> <li>- K. Murphy: „Machine Learning – A probabilistic perspective“, The MIT Press, 2012</li> </ul>			

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

↑

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

Titel der Veranstaltung				
Statistisches und maschinelles Lernen				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
N.N. Dozent-Mathematik		3	Vorlesung	deutsch

Titel der Veranstaltung				
Statistisches und maschinelles Lernen				
Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
N.N. Dozent-Mathematik		1	kl. Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Stochastische Prozesse und Zeitstetige Finanzmathematik		
<b>Nummer</b>	1295610	<b>Modulversion</b>	V2
<b>Kurzbezeichnung</b>	StochProzF	<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	nur im Sommersemester	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden Kenntnisse in 'Wahrscheinlichkeitstheorie' und 'Diskrete Finanzmathematik' vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten) oder mündlichen Prüfung (25-35 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann der/die Prüfer:in auch das Take-Home-Exam als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Beispiele für stochastische Prozesse, Stationarität</li> <li>- Kanonische Darstellung (Satz von Kolmogorow)</li> <li>- Martingale</li> <li>- Poisson Prozesse</li> <li>- Eigenschaften des Wiener Prozesses (Brownsche Bewegung)</li> <li>- Geometrische Brownsche Bewegung</li> <li>- Gaußprozesse</li> <li>- Markov Prozesse inkl. Markovscher Ketten</li> <li>- Semimartingale</li> <li>- Stochastische Integration</li> <li>- Itô-Kalkül</li> <li>- Maßwechsel für Semimartingale</li> <li>- Stochastische Differentialgleichungen</li> <li>- Preisbestimmung für Finanzderivate</li> <li>- Black-Scholes-Modell</li> <li>- Zinsstrukturmodelle</li> </ul> <p>[Stochastische Prozesse und Zeitstetige Finanzmathematik (V)]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stochastische Prozesse: Grundbegriffe und Beispiele</li> <li>- Konstruktion von stochastischen Prozessen: Die Sätze von Kolmogorov und Kolmogorov-Centsov</li> <li>- Martingale und Martingalkonvergenzsätze</li> <li>- Optional Sampling</li> <li>- Invarianzeigenschaften und Pfadigenschaften der Brownschen Bewegung</li> </ul>			

- 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 Hedging of Financial Derivates, Springer

### Zugeordnet zu folgenden Studiengängen

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



<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>				
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Anwesenheitspflicht</b>				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Stochastische Prozesse und Zeitstetige Finanzmathematik				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Yana Kinderknecht		6	Vorlesung/Übung	deutsch
<b>Literaturhinweise</b>				
(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 Hedging of Financial Derivates, Springer				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Stochastische Prozesse und Zeitstetige Finanzmathematik				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Yana Kinderknecht		2	Übung	deutsch

Professionalisierungsbereich	
ECTS	15

<b>Modulname</b>	Tutorium		
<b>Nummer</b>	1295400	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>	Tutorium	<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Turnus</b>	in jedem Semester	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	1 / 6,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	14	<b>Selbststudium (h)</b>	166
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>			
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	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.		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
abhängig vom jeweiligen Thema			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Im Tutorium sollen sich die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>- unter Anleitung in ein fortgeschrittenes mathematisches Thema einarbeiten,</li> <li>- selbständig Literaturrecherchen durchführen können,</li> <li>- über mathematische Sachverhalte mit der betreuenden Hochschullehrerin/dem betreuenden Hochschullehrer kommunizieren können.</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			
abhängig vom jeweiligen Thema			

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Mathematik PO 3	Professionalisierungsbe- reich			

↑

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

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

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



<b>Modulname</b>	Mathematisches Seminar		
<b>Nummer</b>	1295800	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>	Math. Semi	<b>Sprache</b>	englisch deutsch
<b>Turnus</b>	in jedem Semester	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	2 / 4,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	28	<b>Selbststudium (h)</b>	92
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	1 Prüfungsleistung in Form eines Referats nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.  Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>			
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
abhängig vom gewählten Seminar			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erwerb von sozialen und beruflichen Kompetenzen, Schlüsselqualifikationen und Strategien zur Verhaltensänderung</li> <li>- Kompetenzen und Fähigkeiten in freier Rede, ausgewählten Gesprächstechniken und ausgewählten Moderations- und Präsentationstechniken</li> <li>- vertiefte Kenntnis von und Fähigkeit im Umgang mit Informations-/Kommunikationstechnologien</li> <li>- vertiefte Kenntnisse des Schreibens mathematisch-technischer Texte, Bibliographierens, Exzerpieren und der Informationsverwaltung, sowie Grundlagen wissenschaftlicher Argumentation und wissenschaftlicher - Grundkenntnisse der Wissenschaftsgeschichte der Mathematik</li> <li>- vertiefte Kenntnisse gesellschaftlicher Bezüge der Fachwissenschaft Mathematik (wirtschaftliche, politische, soziale, ethische Bezüge)</li> <li>- Erwerb handlungsorientierter Fähigkeiten für die Kommunikation im beruflichen Alltag bei Präsentation, Vermittlung und Dokumentation von Inhalten.</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			
abhängig vom gewählten Seminar			

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Mathematik PO 3	Professionalisierungsbe- reich			



<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>				
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Anwesenheitspflicht</b>				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Master-Seminar Optimierung				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Sebastian Stiller		2	Seminar	englisch
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Master-Seminar Stochastik				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Jens-Peter Kreiß		2	Seminar	englisch
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Master-Seminar Differentialgleichungen				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Michael Herrmann Dirk Langemann Thomas Sonar		2	Seminar	deutsch
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Master-Seminar Probabilistic Methods in Telecommunications				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Benedikt Jahnel		2	Seminar	deutsch
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Master-Seminar Numerik				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Matthias Bollhöfer Heike Faßbender		2	Seminar	englisch
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Master-Seminar Analysis				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Dirk Lorenz		2	Seminar	deutsch

<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Master-Seminar Algebra				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Clemens Adelman Bettina Eick Tobias Moede		2	Seminar	deutsch
<b>Literaturhinweise</b>				
(de) wird im Seminar bekannt gegeben				

<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Master-Seminar "Nichtnegativität und polynomielle Optimierung"				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Clemens Adelman Bettina Eick Tobias Moede		2	Seminar	
<b>Literaturhinweise</b>				
(de) wird im Seminar bekannt gegeben				

<b>Modulname</b>	Schlüsselqualifikationen		
<b>Nummer</b>	1210410	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>	Schlüsselq	<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Turnus</b>	in jedem Semester	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	0 / 1,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	28	<b>Selbststudium (h)</b>	92
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>			
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	Studienleistung je nach Vorgabe der gewählten Veranstaltung/des gewählten Moduls. Die Prüfungsmodalitäten richten sich nach der jeweiligen Prüfungsordnung des anbietenden Faches.		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
Verschiedene in den Wahlveranstaltungen des Gesamtprogramms			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erwerb direkt berufsbezogener inhaltlicher und prozessorientierter Kompetenzen</li> <li>- Vertiefte Kenntnis von und Fähigkeit im Umgang mit Informationstechnologie</li> <li>- Stärkung und Ausbau kommunikativer Kompetenzen bei Präsentation, Vermittlung und Dokumentation am Beispiel komplexer wissenschaftlicher Inhalte</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			
wird von den jeweiligen Lehrenden bekannt gegeben			

<b>Zugeordnet zu folgenden Studiengängen</b>				
<b>Studiengang/Studiengangsversion</b>	<b>Bereich</b>	<b>Pflichtform</b>	<b>Sem. Auswahl</b>	<b>ECTS</b>
Master Mathematik PO 3	Professionalisierungsbe- reich			

↑

**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**

Weltkulturen und Mathematik - Einführung in die Ethnomathematik

Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Gerd Biegel Michaela Jasmine Schaare		2	Vorlesung	deutsch

**Literaturhinweise**

- Gerd Biegel, Von der Erfindung der Zahl zum Computer. Magdeburg 1992.
- Johann Paul Bischoff, Versuch einer Geschichte der Rechenmaschine, hg. von Stephan Weiß. München 1990.
- W. de Beauclair, Rechnen mit Maschinen. Braunschweig 1968.
- Hartmut Petzold, Moderne Rechenkünstler, Die Industrialisierung der Rechentechnik in Deutschland. München 1992.
- Maß, Zahl und Gewicht. Mathematik als Schlüssel zu Weltverständnis und Weltbeherrschung.

**Titel der Veranstaltung**

Vom urzeitlichen Schnitzknochen zur mechanischen Rechenmaschine - Zur Geschichte technischer Hilfsmittel der Mathematik

Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Gerd Biegel Angela Klein Michaela Jasmine Schaare		2	Seminar	deutsch

**Literaturhinweise**

- Gerd Biegel, Von der Erfindung der Zahl zum Computer. Magdeburg 1992.
- Johann Paul Bischoff, Versuch einer Geschichte der Rechenmaschine, hg. von Stephan Weiß. München 1990.
- W. de Beauclair, Rechnen mit Maschinen. Braunschweig 1968.
- Hartmut Petzold, Moderne Rechenkünstler, Die Industrialisierung der Rechentechnik in Deutschland. München 1992.
- Maß, Zahl und Gewicht. Mathematik als Schlüssel zu Weltverständnis und Weltbeherrschung.

<b>Modulname</b>	Mathematisches Seminar		
<b>Nummer</b>	1295810	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	englisch deutsch
<b>Turnus</b>	in jedem Semester	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	2 / 4,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	28	<b>Selbststudium (h)</b>	92
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	1 Prüfungsleistung in Form eines Referats nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.  Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>			
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
abhängig vom gewählten Seminar			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erwerb von sozialen und beruflichen Kompetenzen, Schlüsselqualifikationen und Strategien zur Verhaltensänderung</li> <li>- Kompetenzen und Fähigkeiten in freier Rede, ausgewählten Gesprächstechniken und ausgewählten Moderations- und Präsentationstechniken</li> <li>- vertiefte Kenntnis von und Fähigkeit im Umgang mit Informations-/Kommunikationstechnologien</li> <li>- vertiefte Kenntnisse des Schreibens mathematisch-technischer Texte, Bibliographierens, Exzerpieren und der Informationsverwaltung, sowie Grundlagen wissenschaftlicher Argumentation und wissenschaftlicher - Grundkenntnisse der Wissenschaftsgeschichte der Mathematik</li> <li>- vertiefte Kenntnisse gesellschaftlicher Bezüge der Fachwissenschaft Mathematik (wirtschaftliche, politische, soziale, ethische Bezüge)</li> <li>- Erwerb handlungsorientierter Fähigkeiten für die Kommunikation im beruflichen Alltag bei Präsentation, Vermittlung und Dokumentation von Inhalten.</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			
abhängig vom gewählten Seminar			

Zugeordnet zu folgenden Studiengängen				
Studiengang/Studiengangsversion	Bereich	Pflichtform	Sem. Auswahl	ECTS
Master Mathematik PO 3	Professionalisierungsbe- reich			



<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>				
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>				
<b>Anwesenheitspflicht</b>				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Master-Seminar Optimierung				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Sebastian Stiller		2	Seminar	englisch
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Master-Seminar Stochastik				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Jens-Peter Kreiß		2	Seminar	englisch
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Master-Seminar Differentialgleichungen				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Michael Herrmann Dirk Langemann Thomas Sonar		2	Seminar	deutsch
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Master-Seminar Probabilistic Methods in Telecommunications				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Benedikt Jahnel		2	Seminar	deutsch
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Master-Seminar Numerik				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Matthias Bollhöfer Heike Faßbender		2	Seminar	englisch
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Master-Seminar Analysis				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Dirk Lorenz		2	Seminar	deutsch

<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Master-Seminar Algebra				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Clemens Adelman Bettina Eick Tobias Moede		2	Seminar	deutsch
<b>Literaturhinweise</b>				
(de) wird im Seminar bekannt gegeben				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Master-Seminar "Nichtnegativität und polynomielle Optimierung"				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Clemens Adelman Bettina Eick Tobias Moede		2	Seminar	
<b>Literaturhinweise</b>				
(de) wird im Seminar bekannt gegeben				



<b>Modulname</b>	Fortgeschrittenenpraktikum		
<b>Nummer</b>	1295850	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>	MAT-STD6-85	<b>Sprache</b>	englisch deutsch
<b>Turnus</b>	in jedem Semester	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	66
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	<p>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.</p> <p>Das Fortgeschrittenenpraktikum Optimierung setzt den Besuch zumindest einer entsprechenden, vertiefenden Optimierungsveranstaltung voraus, in der Regel sind dies die „Diskrete Optimierung“ oder die „Dynamische Optimierung“.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>			
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben und/oder eines Portfolios.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>	<p>[Fortgeschrittenenpraktikum Numerik]</p> <p>(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-</p>		

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	Professionalisierungsbe- reich			



**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
Christoph Brauer Matthias Neumann-Brosig Timo de Wolff		4	Übung	deutsch

**Titel der Veranstaltung**

Fortgeschrittenenpraktikum Data Science

Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Christoph Brauer Matthias Neumann-Brosig Timo de Wolff		2	Vorlesung	englisch

**Titel der Veranstaltung**

Fortgeschrittenenpraktikum Statistisches Lernen

Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Alexander Braumann Jens-Peter Kreiß		2	Vorlesung	deutsch

**Titel der Veranstaltung**

Fortgeschrittenenpraktikum Statistisches Lernen

Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Alexander Braumann Jens-Peter Kreiß		4	Übung	deutsch

**Titel der Veranstaltung**

Fortgeschrittenenpraktikum Optimierung

Dozent/in	Mitwirkende	SWS	Art LVA	Sprache
Christian Kirches Sebastian Stiller		2	Vorlesung	englisch

**Literaturhinweise**

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

<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Fortgeschrittenenpraktikum Optimierung				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Christian Kirches Sebastian Stiller		4	Übung	englisch
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Fortgeschrittenenpraktikum Numerik				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Matthias Bollhöfer		2	Vorlesung	deutsch
<b>Literaturhinweise</b>				
(de) wird in der Veranstaltung bekannt gegeben (en) will be announced in the lecture				
<b>Titel der Veranstaltung</b>				
Fortgeschrittenenpraktikum Numerik				
<b>Dozent/in</b>	<b>Mitwirkende</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Matthias Bollhöfer		4	Übung	englisch

Masterarbeit	
ECTS	30

<b>Modulname</b>	Masterarbeit Mathematik		
<b>Nummer</b>	1295830	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>	MScArb Mat	<b>Sprache</b>	englisch deutsch
<b>Turnus</b>	in jedem Semester	<b>Lehreinheit</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	0 / 30,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>			
<b>Präsenzstudium (h)</b>	0	<b>Selbststudium (h)</b>	900
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsform</b>	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.		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>			
<b>Zusammensetzung der Modulnote</b>			
<b>Inhalte</b>			
Erarbeitung einer Thematik			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Selbstständige Erarbeitung eines grundlegenden für die Mathematik relevanten Themas</li> <li>- Fähigkeit zu Wissenstransfer von einem Kontext zu einem anderen</li> <li>- Fähigkeit zu Analyse und Synthese</li> <li>- Erarbeitung von Lösungsansätzen</li> <li>- Zusammenfassung und mathematische Formulierung komplexer Probleme</li> <li>- wissenschaftlich-methodische Bearbeitung mathematischer Themenbereiche der Forschung</li> <li>- Entwicklung von akademischem Selbstvertrauen</li> <li>- Auswahl und Anwendung geeigneter mathematischer Prozesse zur Lösung von Problemen</li> <li>- klares und präzises Vortragen mathematischer Argumente und deren Schlussfolgerungen</li> <li>- Fähigkeiten in Zeitmanagement und Organisation</li> <li>- strukturierte Darstellung der eigenen Vorgehensweise und der Ergebnisse in Form einer Ausarbeitung</li> <li>- Kenntnisse in Literatursuche und Einordnung der Arbeit in einen fachspezifischen Kontext</li> <li>- Management eines eigenen Projekts, Präsentationstechniken und Verfeinerung rhetorischer Fähigkeiten.</li> </ul>			
<b>Literatur</b>			

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

↑

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

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

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