



Beschreibung des Studiengangs

# Mathematik (Bachelor)

## PO 6

Sommersemester 2026

# Inhaltsverzeichnis

## Bachelor Mathematik

### Pflichtmodule - Grundlagenbereich

Diskrete Mathematik.....	3
Basismodul Analysis.....	5
Basismodul Lineare Algebra.....	7
Vektoranalysis.....	9

### Wahlpflichtmodule Mathematik

Einführung in die Mathematische Optimierung.....	11
Einführung in die Numerik.....	13
Einführung in die Stochastik.....	15
Lineare und Kombinatorische Optimierung.....	17
Algebra.....	19
Differentialgleichungen.....	21

### Wahlmodule - Wahlbereich Mathematik

Algorithmische Diskrete Mathematik.....	23
Computeralgebra.....	25
Computational Statistics.....	27
Funktionentheorie.....	29
Geometrie.....	31
Graphentheorie.....	33
Lineare und Kombinatorische Optimierung.....	35
Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen.....	37
Stochastische Analysis.....	39
Wahrscheinlichkeitstheorie und Diskrete Finanzmathematik.....	41
Zahlentheorie.....	43
Zeitreihenanalyse.....	45
Einführung in die Mathematische Optimierung.....	47
Einführung in die Numerik.....	49
Einführung in die Stochastik.....	51
Algebra.....	53
Differentialgleichungen.....	55
Mathematische Modellbildung.....	57
Grundbegriffe der Differentialgeometrie.....	59
Einführung in die Statistik.....	60
Einführung in die Statistik.....	62
Diskrete und Konvexe Geometrie.....	64

### Professionalisierungsbereich

Mathematische Algorithmen und Programmieren.....	66
Computerpraktikum.....	68
Computerpraktikum.....	70
Mathematische Modellbildung.....	73
Mathematische Seminare.....	75
Schlüsselqualifikationen.....	77

### Abschlussarbeit

Bachelorarbeit.....	81
---------------------	----

**Pflichtmodule - Grundlagenbereich**

<b>Modulname</b>	Diskrete Mathematik		
<b>Nummer</b>	1296000260	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Turnus</b>	in jedem Semester	<b>Fakultät</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>	150 h		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann die Prüferin bzw. der Prüfer auch das Take-Home-Examen als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Inhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Logik</li> <li>• Beweistechniken</li> <li>• Mengenlehre</li> <li>• Funktionen</li> <li>• Relationen</li> <li>• Kombinatorik</li> <li>• Vektoren und Matrizen</li> <li>• elementare Zahlentheorie</li> <li>• ausgewählte Kapitel der Elementarmathematik</li> </ul>		
<b>Qualifikationsziel</b>	<p>Die Studierenden lernen die elementaren Grundlagen der Mathematik (insbesondere Logik und Mengenlehre) kennen und beherrschen diese sicher. Sie verstehen die Notwendigkeit präziser Aussagen und exakter Beweise in der Mathematik. Sie kennen verschiedene Beweisstrategien und -techniken und können diese zum Beweis einfacher Aussagen heranziehen. Sie wenden elementare Werkzeuge aus Kombinatorik und Zahlentheorie in verschiedenen Kontexten an. Außerdem können sie mit Matrizen und Vektoren rechnen und verstehen die Bedeutungen dieser algebraischen Operationen.</p>		
<b>Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• K. H. Rosen, Discrete Mathematics and its Applications, MacGraw-Hill Publishing Co.</li> </ul>		
<b>Hinweise</b>	<p>Durch die Bearbeitung der Hausaufgaben wird die Fähigkeit zur Teamarbeit geübt und gestärkt.</p>		



<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>			
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>			
Das Modul "Diskrete Mathematik" besteht aus einer Vorlesung und einer Übung. Die "kleine Übung" ist nur verpflichtend, wenn diese anstelle der "großen Übung" angeboten wird.			
<b>Anwesenheitspflicht</b>			
<b>Titel der Veranstaltung</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Diskrete Mathematik	3,0	Vorlesung/Übung	deutsch
Diskrete Mathematik	1,0	kleine Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Basismodul Analysis		
<b>Nummer</b>	1296000030	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Turnus</b>	nur im Wintersemester	<b>Fakultät</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	2	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	12 / 20,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	600 h		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	224	<b>Selbststudium (h)</b>	376
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (180 Minuten) oder mündlichen Prüfung (25-35 Minuten) über den Inhalt des Basismoduls Analysis nach Vorgabe der Prüferin bzw. des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann die Prüferin bzw. der Prüfer auch das Take-Home-Examen als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>2 Studienleistungen in Form von Hausaufgaben und 1 Studienleistung in Form einer Klausur am Ende von Analysis 1 nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann die Prüferin bzw. der Prüfer auch das Take-Home-Examen als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Inhalte</b>			
<p>Analysis 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• reelle und komplexe Zahlen</li> <li>• Folgen und Reihen</li> <li>• stetige Funktionen und ihre Eigenschaften</li> <li>• Funktionenfolgen und -reihen</li> <li>• Differentialrechnung in einer Variablen</li> <li>• Taylor-Entwicklung und Regel von de l'Hospital</li> <li>• relative Extrema und Kurvendiskussion</li> <li>• eigentliche und uneigentliche Riemann-Integrale</li> <li>• Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung</li> </ul> <p>Analysis 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• topologische und metrische Grundbegriffe</li> <li>• normierte Räume endlicher Dimension</li> <li>• Banachscher Fixpunktsatz</li> <li>• Stetigkeit und Differenzierbarkeit von Funktionen mit mehreren Variablen</li> <li>• lokale Umkehrbarkeit und implizite Funktionen</li> <li>• Taylor-Entwicklung und lokale Extrema in mehreren Dimensionen</li> <li>• höherdimensionaler Integralbegriff</li> <li>• iterierte Integrale und Satz von Fubini</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			

Die Studierenden lernen den axiomatischen Aufbau der Mathematik kennen und verstehen die grundlegenden Definitionen, Theoreme und Beweise der Analysis. Sie können logisch richtig argumentieren, präzise formulieren und einfache mathematische Aussagen selbst beweisen. Sie beherrschen außerdem wichtige Rechentechniken der Differential- und Integralrechnung und können diese in verschiedenen Kontexten anwenden.

**Literatur**

- M. Barner, F. Flohr, Analysis I, Walter De Gruyter Verlag
- C. Blatter, Analysis 1, Springer Verlag
- O. Forster, Analysis 1 und 2, Vieweg Studium
- H. Heuser, Lehrbuch der Analysis, Teil 1, Teubner Verlag
- S. Lang, Analysis I
- W. Rudin, Analysis, Oldenbourg Verlag 2005
- W. Walter, Analysis 1, Springer Verlag

**Hinweise**

Durch die Bearbeitung der Hausaufgaben wird die Fähigkeit zur Teamarbeit geübt und gestärkt.



**ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN**

**Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen**

Das Modul "Basismodul Analysis" besteht aus Vorlesungen und Übungen zu "Analysis 1" und "Analysis 2". Der Besuch der "kleinen Übungen" zu "Analysis 1" und "Analysis 2" ist nicht verpflichtend, wird aber dringend empfohlen.

**Anwesenheitspflicht**

<b>Titel der Veranstaltung</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Analysis 1	6,0	Vorlesung/Übung	deutsch
Analysis 1	1,0	kleine Übung	deutsch
Analysis 2	6,0	Vorlesung/Übung	deutsch
Analysis 2	1,0	kleine Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Basismodul Lineare Algebra		
<b>Nummer</b>	1296000040	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	
<b>Turnus</b>	nur im Sommersemester	<b>Fakultät</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	2	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	9 / 15,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	450 h		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	168	<b>Selbststudium (h)</b>	282
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (180 Minuten) oder mündlichen Prüfung (25-35 Minuten) über den Inhalt des Basismoduls Lineare Algebra nach Vorgabe der Prüferin bzw. des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann die Prüferin bzw. der Prüfer auch das Take-Home-Examen als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>2 Studienleistungen in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers und 1 Studienleistung in Form einer Klausur (180 Minuten) am Ende von Lineare Algebra 1. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann die Prüferin bzw. der Prüfer auch das Take-Home-Examen als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Inhalte</b>			
<p>Lineare Algebra 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Körper (rationale, reelle, komplexe Zahlen, endliche Körper)</li> <li>• Vektorräume über beliebigen Körpern</li> <li>• Unterräume und Faktorräume</li> <li>• Lineare Unabhängigkeit, Basis und Dimension</li> <li>• Matrizen, Kern, Bild und Rang</li> <li>• Gauss-Algorithmus und lösen linearer Gleichungssysteme</li> <li>• Lineare Abbildung, Isomorphie- und Homomorphiesatz</li> <li>• Determinanten und ihre verschiedenen Berechnungsmethoden</li> <li>• Eigenwerte und Eigenvektoren inklusive Satz von Cayley-Hamilton</li> <li>• Bilinearformen, Skalarprodukt, Orthonormalbasen</li> </ul> <p>Lineare Algebra 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ringe und Polynomringe</li> <li>• Minimalpolynom einer linearen Abbildung</li> <li>• Normalformen von Matrizen über beliebigen Körpern</li> <li>• Anwendungen der Linearen Algebra</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Die Studierenden lernen den axiomatischen Aufbau der Mathematik kennen und verstehen die grundlegenden Definitionen, Theoreme und Beweise der Linearen Algebra. Sie können logisch richtig argumentieren, präzise formulieren und einfache mathematische Aussagen selbst beweisen. Sie können mit algebraischen			

Strukturen wie Vektorräumen, Körpern und Ringen arbeiten und beherrschen wichtige Rechentechniken im Umgang mit Matrizen und Vektoren.

**Literatur**

- A. Beutelspacher, Lineare Algebra, Springer Verlag
- G. Stroth, Lineare Algebra, Heldermann Verlag
- F. Lorenz, Lineare Algebra I/II, BI-Wissenschaftsverlag
- C. W. Curtis, Linear Algebra, Springer Verlag

**Hinweise**

Durch die Bearbeitung der Hausaufgaben wird die Fähigkeit zur Teamarbeit geübt und gestärkt.



**ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN**

**Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen**

Das Modul "Basismodul Lineare Algebra" besteht aus Vorlesungen und Übungen zu "Lineare Algebra 1" und "Lineare Algebra 2". Der Besuch der "kleinen Übungen" zu "Lineare Algebra 1" und "Lineare Algebra 2" ist nicht verpflichtend, wird aber dringend empfohlen.

**Anwesenheitspflicht**

<b>Titel der Veranstaltung</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Lineare Algebra 1	6,0	Vorlesung/Übung	deutsch
Lineare Algebra 1	2,0	kleine Übung	deutsch
Lineare Algebra 2	3,0	Vorlesung/Übung	deutsch
Lineare Algebra 2	1,0	kleine Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Vektoranalysis		
<b>Nummer</b>	1296000050	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Turnus</b>	nur im Wintersemester	<b>Fakultät</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	300 h		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Die Inhalte der Basismodule 'Analysis 1 und 2' und 'Lineare Algebra' werden vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart</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 die Prüferin bzw. der Prüfer auch das Take-Home-Examen als Prüfungsform wählen.</p> <p>Die genauen Modalitäten werden zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.</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>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Transformationsformel für mehrdimensionale Integrale</li> <li>- Parametrisierung von Mannigfaltigkeiten (insbesondere Kurven und Flächen)</li> <li>- Tangentialräume und Gramsche Determinante</li> <li>- Integration auf Mannigfaltigkeiten und Anwendungen in der Geometrie</li> <li>- Vektorfelder und Differentialoperatoren</li> <li>- Integralsätze von Gauß und Stokes mit Anwendungen (insbesondere in 2D und 3D)</li> <li>- ergänzende oder weiterführende Themen</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Die Studierenden lernen weitere Elemente der Integrationstheorie sowie die Grundlagen der Vektoranalysis kennen und verstehen die grundlegenden Definitionen, Theoreme und Beweise. Sie können gekrümmte Kurven und Flächen parametrisieren, wichtige geometrischen Größen berechnen und die fundamentalen Integralsätze anwenden.			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• J. Munkres, Analysis on Manifolds, Addison-Wesley Publishing Company</li> <li>• M. Spivak, Calculus on Manifolds, Addison-Wesley Publishing Company</li> </ul>			



<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>			
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>			
Das Modul "Vektoranalysis" besteht aus einer Vorlesung und einer Übung.			
<b>Anwesenheitspflicht</b>			
<b>Titel der Veranstaltung</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Vektoranalysis	6,0	Vorlesung/Übung	deutsch

**Wahlpflichtmodule Mathematik**

<b>Modulname</b>	Einführung in die Mathematische Optimierung		
<b>Nummer</b>	1296000060	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Turnus</b>	nur im Wintersemester	<b>Fakultät</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	300 h		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Die Inhalte der Basismodule 'Analysis 1 und 2' und 'Lineare Algebra' werden vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart</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 die Prüferin bzw. der Prüfer auch das Take-Home-Examen 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 nach Vorgabe der Prüferin bzw. des Prüfers; die Leistung kann die Erstellung, Dokumentation und Präsentation von Computerprogrammen umfassen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundfragen der Nichtlinearen Optimierung: Modelle, Lösungen, Schranken, Komplexität, Konvexität, Nichtlinearität, Konvergenz, Invarianz, Selbstkonkordanz, Laufzeit und Speicheraufwand, Implementierbarkeit)</li> <li>• Konvexität und Nichtkonvexität von Mengen und Funktionen, Linearität und Nichtlinearität von Funktionen</li> <li>• Einführung in die Theorie der unbeschränkten und der beschränkten nichtlinearen Optimierung; notwendige und hinreichende Optimalitätsbedingungen, KKT-Punkte, Kegel und Constraint Qualifications, Dualität</li> <li>• Algorithmik der unbeschränkten nichtlinearen Optimierung: Suchrichtung, Abstiegsrichtung, Winkelbedingung, Gradienten- und Newton-Typ-Verfahren</li> <li>• Algorithmik der beschränkten nichtlinearen Optimierung: z.B. Gradientenprojektion, Active-Set, SQP, Barriere, Innere-Punkte, Augmented Lagrangian</li> <li>• Lokale Kontraktion und lokale Konvergenz, Verfahren zur Globalisierung, z.B. Liniensuche, Vertrauensgebiete, Filter, Penalty- und Merit-Funktionen</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Die Studierenden beherrschen die grundlegenden Konzepte, Theorien und Algorithmen der kontinuierlichen nichtlinearen Optimierung. Sie können ausgewählte Probleme mathematisch modellieren sowie geeignete Lösungsmethoden auswählen und anwenden. Sie verstehen deren Annahmen und Grenzen und können Optimierungsalgorithmen hinsichtlich Laufzeit und Speicheraufwand analysieren.			
<b>Literatur</b>			

Grundlage der Vorlesung

- J. Nocedal, S. J. Wright: Numerical Optimization, Springer, 2006
- M. Ulbrich, S. Ulbrich, Nichtlineare Optimierung, Birkhäuser, 2012

weitere Literatur:

- F. Jarre, J. Stoer, Optimierung, Springer, 2004
- C. Geiger, C. Kanzow, Theorie und Numerik restringierter Optimierungsaufgaben, Springer, 2002
- R. E. Burkard, U. T. Zimmermann, Einführung in die Mathematische Optimierung, Springer, 2012
- W. Alt, Numerische Verfahren der konvexen, nichtglatten Optimierung, 2004



**ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN**

**Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen**

Das Modul "Einführung in die Mathematische Optimierung" besteht aus einer Vorlesung und einer Übung. Die "kleine Übung" ist nur verpflichtend, wenn diese anstelle der "großen Übung" angeboten wird.

**Anwesenheitspflicht**

<b>Titel der Veranstaltung</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Einführung in die Mathematische Optimierung	6,0	Vorlesung/Übung	deutsch
Einführung in die Mathematische Optimierung	2,0	kleine Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Einführung in die Numerik		
<b>Nummer</b>	1296000070	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Turnus</b>	nur im Wintersemester	<b>Fakultät</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	300 h		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Die Inhalte der Basismodule 'Analysis 1 und 2' und 'Lineare Algebra' werden vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart</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 die Prüferin bzw. der Prüfer auch das Take-Home-Examen 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>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fehleranalyse</li> <li>• Kondition eines Problems, Stabilität eines Algorithmus</li> <li>• Numerische Verfahren für lineare und nichtlineare Gleichungssysteme</li> <li>• Behandlung linearer und nichtlinearer Ausgleichsprobleme</li> <li>• Interpolation und Approximation von Funktionen einer Veränderlichen</li> <li>• Numerische Integration (Quadratur) von Funktionen einer Veränderlichen</li> <li>• Methoden für Eigenwertprobleme</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Die Studierenden lernen algorithmisch-numerische Denkweisen anhand von Basisalgorithmen. Sie kennen den Unterschied zwischen numerischen Algorithmen und den Methoden der Analysis und Linearen Algebra. Sie beherrschen Grundtechniken zur Beurteilung von Effizienz und Genauigkeit numerischer Algorithmen sowie zu ihrer Realisierung in Computerprogrammen. Die Studierenden haben ein Verständnis für weitere grundlegende Begriffe der Numerik und der darauf basierenden Fehleranalyse. Sie erwerben die Fähigkeit grundlegende numerische Methoden in ihrer Funktionsweise zu verstehen, die erreichbaren Ergebnisse einzuschätzen und für neue Aufgabenstellungen weiter zu entwickeln.			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• P. Deuffhard, A. Hohmann, Numerische Mathematik I, De Gruyter</li> <li>• C. Moler, Numerical Computing with MATLAB, SIAM, auch online</li> <li>• H. R. Schwarz, N. Köckler, Numerische Mathematik, Teubner</li> </ul>			



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

Das Modul "Einführung in die Numerik" besteht aus einer Vorlesung und einer Übung. Die "kleine Übung" ist nur verpflichtend, wenn diese anstelle der "großen Übung" angeboten wird. Der Besuch einer Zusatzveranstaltung ist nicht verpflichtend, wird aber dringend empfohlen.

**Anwesenheitspflicht**

<b>Titel der Veranstaltung</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Einführung in die Numerik	6,0	Vorlesung/Übung	deutsch
Einführung in die Numerik	2,0	kleine Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Einführung in die Stochastik		
<b>Nummer</b>	1296000080	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Turnus</b>	nur im Wintersemester	<b>Fakultät</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	300 h		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Die Inhalte der Basismodule 'Analysis 1 und 2' und 'Lineare Algebra' werden vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart</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 die Prüferin bzw. der Prüfer auch das Take-Home-Examen 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>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sigma-Algebren und Maße</li> <li>• Konstruktion von Maßen</li> <li>• Wahrscheinlichkeitsmaße</li> <li>• Elementare bedingte Wahrscheinlichkeiten</li> <li>• Messbaren Funktionen und Funktionenfolgen</li> <li>• Maßtheoretisches Integral</li> <li>• Lebesguemaße und Lebesgueintegral im <math>\mathbb{R}^n</math></li> <li>• Konvergenzsätze</li> <li>• Konvexe Funktionen und Ungleichungen</li> <li>• Maßtheoretische Konvergenzbegriffe</li> <li>• Absolute Stetigkeit von Maßen</li> <li>• Produkträume</li> <li>• Laplace-Experiment, diskrete Verteilung</li> <li>• Stochastische Unabhängigkeit</li> <li>• Zufallsvariablen auf diskreten und allgemeinem Wahrscheinlichkeitsräumen</li> <li>• Zufallsvariablen mit Dichten</li> <li>• Erwartungswert, Varianz und Kovarianz</li> <li>• Schwaches Gesetz der großen Zahlen</li> <li>• Zentraler Grenzwertsatz von de Moivre-Laplace</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Die Studierenden verstehen die grundlegenden Definitionen, Theoreme, Beweise und Methoden für die mathematische Modellierung und Analyse von Zufallsexperimenten. Sie beherrschen die Grundbegriffe der Stochastik, wie den axiomatischen Aufbau der Wahrscheinlichkeitstheorie, Zufallsvariablen, W-Maße und			

Verteilungen. Zudem sind sie in der Lage mit fundamentalen Kenngrößen wie Erwartungswerte, Varianzen und Kovarianzen von  $W$ -Verteilungen zu rechnen. Sie kennen elementare Versionen des Gesetzes der großen Zahlen, zentraler Grenzwertsätze und beherrschen die Grundbegriffe der Maß- und Integrations-theorie.

**Literatur**

- H. O. Georgii, Stochastik, De Gruyter, 2015
- J. Klenke, Wahrscheinlichkeitstheorie, Springer, 2013
- H. Bauer, Wahrscheinlichkeitstheorie, De Gruyter, 2002
- R. Durrett, Probability, Theory and Examples, Cambridge Series in Statistical and Probabilistic Mathematics, 2019
- U. Krengel, Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik, Springer
- H. Dehling & B. Haupt, Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik, Springer
- A. N. Shiryaev, Probability, Springer



**ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN**

**Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen**

Das Modul "Einführung in die Stochastik" besteht aus einer Vorlesung und einer Übung. Die "kleine Übung" ist nur verpflichtend, wenn diese anstelle der "großen Übung" angeboten wird.

**Anwesenheitspflicht**

<b>Titel der Veranstaltung</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Einführung in die Stochastik	6,0	Vorlesung/Übung	deutsch
Einführung in die Stochastik	2,0	kleine Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Lineare und Kombinatorische Optimierung		
<b>Nummer</b>	1296000170	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Turnus</b>	nur im Sommersemester	<b>Fakultät</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/ Prüfungsart</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>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Effizient lösbare Kombinatorische Probleme wie spannende Bäume, Flüsse und Matchings</li> <li>• Grundbegriffe der Polyedertheorie</li> <li>• Simplexverfahren</li> <li>• Dualität</li> <li>• Lösung linearer Programme</li> <li>• Grundbegriffe der Komplexität</li> <li>• NP-schwere Kombinatorische Problem</li> <li>• Ausgewählte Anwendungen</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Die Studierenden verstehen die grundlegenden Definitionen, Theoreme, Beweise und Lösungsmethoden für Kombinatorische Optimierung, Lineare Programme und der Komplexitätstheorie. Sie kennen außerdem typische Anwendungen aus Wirtschafts- und Ingenieurwissenschaften und können solche modellieren, deren Komplexität beurteilen und geeignete Lösungsmethoden auswählen oder entwerfen.			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• V. Chvatal: Linear Programming, Freeman and Company, 1983</li> <li>• W.J. Cook, W.H. Cunningham, W.R. Pulleyblank, and A. Schrijver, Combinatorial Optimization, John Wiley and Sons, 1998</li> <li>• Korte/Vygen, Kombinatorische Optimierung, Springer, 2008</li> <li>• Schrijver, Combinatorial Optimization, Springer, 2004</li> </ul>			



<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>			
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>			
Das Modul "Lineare und Kombinatorische Optimierung" besteht aus einer Vorlesung und einer Übung. Die "kleine Übung" ist nur verpflichtend, wenn diese anstelle der "großen Übung" angeboten wird.			
<b>Anwesenheitspflicht</b>			
<b>Titel der Veranstaltung</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Lineare und Kombinatorische Optimierung	6,0	Vorlesung/Übung	deutsch
Lineare und Kombinatorische Optimierung	1,0	kleine Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Algebra		
<b>Nummer</b>	129600090	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Turnus</b>	nur im Sommersemester	<b>Fakultät</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	300 h		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden Kenntnisse in 'Lineare Algebra' vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart</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 die Prüferin bzw. der Prüfer auch das Take-Home-Examen 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>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ringtheorie: kommutative Ringe, Integritätsbereiche, Hauptidealbereiche, ZPERinge, euklidische Ringe</li> <li>• Polynomringe: <math>\mathbb{Z}[x]</math>, elementare Methoden zur Faktorisierung in irreduzible Polynome</li> <li>• Gruppentheorie: Untergruppen, Normalteiler, Faktorgruppen, Homomorphiesätze</li> <li>• Bahnen und Stabilisatoren, Einführung in die Sätze von Lagrange, Cayley und Sylow</li> <li>• Einführung in die transitiven und auflösbaren Gruppen</li> <li>• Einführung in die Theorie der algebraischen Körpererweiterungen</li> <li>• Gradsatz, Konstruktion von Zerfällungskörpern,</li> <li>• Normale u. separable Erweiterungen</li> <li>• Galois Korrespondenz und Hauptsatz der Galois Theorie</li> <li>• Lösen von Polynomgleichungen durch Radikale</li> <li>• Klassische Beispiele und Anwendungen</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Die Studierenden verstehen die grundlegenden Definitionen, Theoreme und Beweise der Algebra. Sie können mit algebraischen Strukturen wie Gruppen, Ringe und Körper arbeiten, diese Strukturen anwenden und kleinere Beweise dazu selbständig durchführen. Ausserdem kennen sie die Galois Theorie und ihre Anwendungen.			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• G. Stroth, Algebra, De Gruyter Verlag</li> <li>• D. Robinson, A course in the theory of groups, Springer Verlag</li> <li>• E. Kunz, Algebra, Vieweg + Teubner Verlag</li> <li>• S. Lang, Algebra, Springer Verlag</li> </ul>			



<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>			
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>			
Das Modul "Algebra" besteht aus einer Vorlesung und einer Übung. Die "kleine Übung" ist nur verpflichtend, wenn diese anstelle der "großen Übung" angeboten wird.			
<b>Anwesenheitspflicht</b>			
<b>Titel der Veranstaltung</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Algebra	6,0	Vorlesung/Übung	deutsch
Algebra	2,0	kleine Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Differentialgleichungen		
<b>Nummer</b>	1296000100	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Turnus</b>	nur im Wintersemester	<b>Fakultät</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	300 h		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Die Inhalte der Basismodule 'Analysis' und 'Lineare Algebra' werden vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart</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 die Prüferin bzw. der Prüfer auch das Take-Home-Examen 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>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existenz und Eindeutigkeit von Lösungen</li> <li>• konkrete Beispiele aus den Natur-, Lebens-, und Ingenieurwissenschaften</li> <li>• analytische und graphische Lösungsverfahren in 1D und 2D</li> <li>• Erhaltungsgleichungen und Ljapunov-Funktionen</li> <li>• physikalische Einheiten und Entdimensionalisierung</li> <li>• explizite und implizite Einschrittverfahren</li> <li>• Konsistenz und Konvergenz numerischer Schemata</li> <li>• Sensitivität und stetige Abhängigkeit</li> <li>• lineare Differentialgleichungen</li> <li>• Gleichgewichte und ihre Stabilität</li> <li>• ergänzende oder weiterführende Themen</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Die Studierenden verstehen die grundlegenden Definitionen, Theoreme, Beweise und Methoden für Anfangswertprobleme gewöhnlicher Differentialgleichungen. Sie kennen außerdem wichtige Modelle aus den Natur-, Lebens- und Ingenieurwissenschaften und können diese sowohl qualitativ untersuchen als auch analytisch oder numerisch lösen.			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• H. Heuser, Gewöhnliche Differentialgleichungen, Teubner Verlag, 1995</li> <li>• W. Walter, Gewöhnliche Differentialgleichungen, Springer Verlag, 1993</li> <li>• V. Arnold, Dynamical Systems 1-8, Springer Verlag, 1988-93</li> <li>• P. Deufelhard, F. Bornemann, Numerische Mathematik II / Integration gewöhnlicher Differentialgleichungen, De Gruyter Verlag, 1994</li> </ul>			



<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>			
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>			
Das Modul "Differentialgleichungen" besteht aus einer Vorlesung und einer Übung.			
<b>Anwesenheitspflicht</b>			
<b>Titel der Veranstaltung</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Differentialgleichungen	6,0	Vorlesung/Übung	deutsch

**Wahlmodule - Wahlbereich Mathematik**

<b>Modulname</b>	Algorithmische Diskrete Mathematik		
<b>Nummer</b>	1296190	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Fakultät</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/ Prüfungsart</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>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Graphen, Digraphen, Vektoren und Matrizen</li> <li>• Diskrete Optimierungsprobleme</li> <li>• Komplexitätstheorie und Anwendung auf Graphen</li> <li>• Bäume und Wege</li> <li>• Flüsse in Netzwerken</li> <li>• Polyedertheorie</li> <li>• Simplex-Algorithmus</li> <li>• Anwendungen</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Die Studierenden verstehen die grundlegenden Methoden, Theoreme und Beweise der Algorithmischen Diskreten Mathematik. Sie können mit diskreten Strukturen wie Graphen, Bäumen und Polyedern arbeiten, und sie kennen die Methoden der diskreten Optimierung. Kleinere Probleme aus diesem Gebiet können die Studierenden selbständig bearbeiten und lösen, oder in Algorithmen umsetzen.			
<b>Literatur</b>			
wird in der Veranstaltung bekannt gegeben			



<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>			
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>			
Das Modul "Algorithmische Diskrete Mathematik" besteht aus einer Vorlesung und einer Übung.			
<b>Anwesenheitspflicht</b>			
<b>Titel der Veranstaltung</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Algorithmische Diskrete Mathematik	6,0	Vorlesung/Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Computeralgebra		
<b>Nummer</b>	1296000120	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Fakultät</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 Linearer Algebra vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart</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>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Komplexität von Algorithmen</li> <li>• Arithmetik von Zahlen</li> <li>• Der Algorithmus von Karatsuba</li> <li>• Arithmetik von Polynomen</li> <li>• Der euklidische Algorithmus</li> <li>• Faktorisierung von Polynomen in quadratfreie</li> <li>• Groebnerbasen</li> <li>• Ganzzahlige Matrizen und Normalformen</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Die Studierenden verstehen die grundlegenden Konzepte und Algorithmen der Computeralgebra. Sie können in einfachen Beispielen die Komplexität von Algorithmen analysieren und Algorithmen implementieren. Sie kennen die wichtigsten Computeralgebrasysteme und können sie benutzen.			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modern Computer Algebra, J. von zur Gathen und J. Gerhard, Cambridge University Press (1999)</li> <li>• Handbook of Computational Group Theory, D. Holt, B. Eick and E. O'Brien, Chapman and Hall (2005)</li> </ul>			



<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>			
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>			
Das Modul "Computeralgebra" besteht aus einer Vorlesung und einer Übung. Die "kleine Übung" ist nur verpflichtend, wenn diese anstelle der "großen Übung" angeboten wird.			
<b>Anwesenheitspflicht</b>			
<b>Titel der Veranstaltung</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Computeralgebra	3,0	Vorlesung/Übung	deutsch
Computeralgebra	1,0	kleine Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Computational Statistics		
<b>Nummer</b>	1296000130	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Turnus</b>	nur im Sommersemester	<b>Fakultät</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>	150 h		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart</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 die Prüferin bzw. der Prüfer auch das Take-Home-Examen als Prüfungsform wählen.  Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
<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>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen statistischer Arbeit, wichtige eindimensionale diskrete und stetige Verteilungen</li> <li>• Momentenschätzer und Maximum-Likelihood-Methode, Erwartungstreue, Bias, Konsistenz</li> <li>• Konfidenzintervalle</li> <li>• Gauß-, t- und Binomial-Tests, Fehler 1. und 2. Art, Gütefunktionen, p-Werte</li> <li>• Empirische Verteilungsfunktion, empirische Quantile, Monte Carlo Simulation, Inversionsmethode</li> <li>• Lineare Modelle: Parameterschätzung, beste lineare Schätzer, Konfidenzbereiche, Testen linearer Hypothesen, Varianzanalyse</li> <li>• Kontingenztafeln, Chi-Quadrat Tests</li> <li>• Logistische Regression</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Die Studierenden bauen ihr Verständnis der Grundkenntnisse im Bereich Stochastik aus und vertiefen das im Grundlagenbereich erworbene Wissen. Mit zahlreichen Beispielen lernen sie Anwendungen im Bereich der Statistik kennen. Die Studierenden erlangen Wissen und Verständnis unterschiedlicher Modellierungstechniken, ihrer Randbedingungen und Grenzen. Sie werden vertraut mit grundlegenden statistischen Fragestellungen wie Schätzen, statistisches Testen, Konfidenzintervalle und Regressionsanalyse.			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• K. Behnen, G. Neuhaus, Grundkurs Stochastik, Springer-Verlag und PD-Verlag, 1995 und 2003</li> <li>• P. J. Bickel, K. A. Doksum, Mathematical Statistics: Basic Ideas and Selected Topics, Prentice Hall, 2001</li> <li>• H.-O. Georgii, Stochastik: Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik, De Gruyter Lehrbuch, 2009</li> <li>• H. Dehling, B. Haupt, Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik, Springer-Verlag, 2004</li> <li>• H. Pruscha, Angewandte Methoden der Mathematischen Statistik, Teubner Skripten zur Mathematischen Stochastik, 1996</li> </ul>			



<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>			
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>			
Das Modul "Computational Statistics" besteht aus einer Vorlesung und einer Übung. Die "kleine Übung" ist nur verpflichtend, wenn diese anstelle der "großen Übung" angeboten wird.			
<b>Anwesenheitspflicht</b>			
<b>Titel der Veranstaltung</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Statistische Verfahren	3,0	Vorlesung/Übung	deutsch
Statistische Verfahren	1,0	kleine Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Funktionentheorie		
<b>Nummer</b>	1296000140	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Fakultät</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/ Prüfungsart</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>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Komplexe und konforme Abbildungen</li> <li>• Cauchy-Riemannsches Differentialgleichungen</li> <li>• Holomorphe Funktionen</li> <li>• Cauchyscher Integralsatz und -formeln</li> <li>• Potenzreihen- und Laurententwicklung</li> <li>• Fortsetzung der elementaren Funktionen auf die komplexe Ebene</li> <li>• Isolierte Singularitäten</li> <li>• Residuensatz und Anwendungen</li> <li>• Auswahl aus Meromorphe Funktionen, Partialbruch und Produktentwicklungen, Riemannsches Abbildungssatz, elliptische Funktionen, Laplace-Transformationen und ähnlichem</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<p>Die Studierenden verstehen die Grundbegriffe der Funktionentheorie (holomorphe Funktionen, Stammfunktionen, komplexes Wegintegral, Pole, Residuen). Sie verstehen den Holomorphiebegriff und seine Äquivalenz zu Analytizität und zur Cauchyschen Integralformel. Die Studierenden können komplexe Integrale auf verschiedene Weisen berechnen, z.B. durch Parametrisierung, Anwendung der Cauchy-Integralformen oder Anwendung des Residuensatzes. Sie verstehen Möbiustransformationen, konforme Abbildungen und Laurententwicklungen. Die Studierenden kennen die zentralen Sätze der Funktionentheorie (Maximumprinzip, Identitätssatz, Gebietstreue, Satz von Liouville, Hebbbarkeitssatz...).</p>			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• W. Fischer und I. Lieb, „Funktionentheorie“, Vieweg</li> <li>• K. Jänich, „Einführung in die Funktionentheorie“, Springer</li> <li>• R. Remmert, „Funktionentheorie I“, Springer</li> </ul>			

- E. Freitag, R. Busam, „Funktionentheorie“, Springer
- J. B. Conway, “Functions of one complex variable”, Springer

↑

<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>			
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>			
Das Modul "Funktionentheorie" besteht aus einer Vorlesung und einer Übung. Die "kleine Übung" ist nur verpflichtend, wenn diese anstelle der "großen Übung" angeboten wird.			
<b>Anwesenheitspflicht</b>			
<b>Titel der Veranstaltung</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Funktionentheorie	6,0	Vorlesung/Übung	deutsch
Funktionentheorie	1,0	kleine Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Geometrie		
<b>Nummer</b>	1296000150	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Turnus</b>	nur im Sommersemester	<b>Fakultät</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>	Die Inhalte der Basismodule 'Analysis 1 und 2' und 'Lineare Algebra' werden vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart</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 oder des Prüfers</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Historische Entwicklung/Grundlagen</li> <li>• Planare Kurven (Ellipsen, Parabeln, Hyperbeln,...)</li> <li>• Kurven im Raum (Bogenlänge, Krümmung, Torsion,...)</li> <li>• Flächen im <math>\mathbb{R}^3</math></li> <li>• Hyperflächen im <math>\mathbb{R}^n</math></li> <li>• einfach Beispiele nicht-kommunitativer Flächen</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Die Studierenden beherrschen grundlegende Konzepte, Methoden und Ergebnisse der mathematischen Geometrie inklusive deren rigorosen Beweisen. Sie kennen Gemeinsamkeiten und Unterschiede spezieller Geometrien und sind in der Lage geometrische Methoden in verschiedenen Bereichen der Mathematik anzuwenden. Darüber hinaus kennen die Studierenden die Grundlagen der analytischen Geometrie und sie können mit Skalarprodukten rechnen.			
<b>Literatur</b>			
wird in der Veranstaltung bekannt gegeben			



<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>			
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>			
Das Modul "Geometrie" besteht aus einer Vorlesung und einer Übung.			
<b>Anwesenheitspflicht</b>			
<b>Titel der Veranstaltung</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Geometrie	3,0	Vorlesung/Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Graphentheorie		
<b>Nummer</b>	1296000160	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Fakultät</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/ Prüfungsart</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 Prüfungsmodalitäten 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>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• spezielle Wege in Graphen</li> <li>• Paarungen</li> <li>• ebene und planare Graphen</li> <li>• Färbungsprobleme</li> <li>• Netzwerke und Flüsse</li> <li>• ergänzende oder weiterführende Themen</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Die Studierenden beherrschen die grundlegenden Konzepte, Methoden und Ergebnisse der mathematischen Graphentheorie und können diese in verschiedenen Kontexten anwenden. Sie verstehen die Beweise wichtiger Theoreme und können ausgewählte Probleme algorithmisch lösen.			
<b>Literatur</b>			
wird in der Vorlesung bekannt gegeben			



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

Das Modul "Graphentheorie" besteht aus einer Vorlesung und einer Übung. Die "kleine Übung" ist nur verpflichtend, wenn diese anstelle der "großen Übung" angeboten wird.

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

Graphentheorie

6,0

Vorlesung/Übung

deutsch

**Literaturhinweise**

wird in der Vorlesung bekannt gegeben

Graphentheorie

1,0

kleine Übung

deutsch

<b>Modulname</b>	Lineare und Kombinatorische Optimierung		
<b>Nummer</b>	1296000170	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Turnus</b>	nur im Sommersemester	<b>Fakultät</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/ Prüfungsart</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>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Effizient lösbare Kombinatorische Probleme wie spannende Bäume, Flüsse und Matchings</li> <li>• Grundbegriffe der Polyedertheorie</li> <li>• Simplexverfahren</li> <li>• Dualität</li> <li>• Lösung linearer Programme</li> <li>• Grundbegriffe der Komplexität</li> <li>• NP-schwere Kombinatorische Problem</li> <li>• Ausgewählte Anwendungen</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Die Studierenden verstehen die grundlegenden Definitionen, Theoreme, Beweise und Lösungsmethoden für Kombinatorische Optimierung, Lineare Programme und der Komplexitätstheorie. Sie kennen außerdem typische Anwendungen aus Wirtschafts- und Ingenieurwissenschaften und können solche modellieren, deren Komplexität beurteilen und geeignete Lösungsmethoden auswählen oder entwerfen.			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• V. Chvatal: Linear Programming, Freeman and Company, 1983</li> <li>• W.J. Cook, W.H. Cunningham, W.R. Pulleyblank, and A. Schrijver, Combinatorial Optimization, John Wiley and Sons, 1998</li> <li>• Korte/Vygen, Kombinatorische Optimierung, Springer, 2008</li> <li>• Schrijver, Combinatorial Optimization, Springer, 2004</li> </ul>			



<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>			
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>			
Das Modul "Lineare und Kombinatorische Optimierung" besteht aus einer Vorlesung und einer Übung. Die "kleine Übung" ist nur verpflichtend, wenn diese anstelle der "großen Übung" angeboten wird.			
<b>Anwesenheitspflicht</b>			
<b>Titel der Veranstaltung</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Lineare und Kombinatorische Optimierung	6,0	Vorlesung/Übung	deutsch
Lineare und Kombinatorische Optimierung	1,0	kleine Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen		
<b>Nummer</b>	1296000180	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Fakultät</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/ Prüfungsart</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>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, Kollokation</li> <li>• Differenziell-Algebraische Gleichungen: Theorie, Diskretisierung</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Die Studierenden kennen wichtige numerische Verfahren zum Lösen gewöhnlicher Differenzialgleichungen. Sie verstehen die grundlegenden Beweistechniken und können die theoretischen Inhalte und Verfahren durch deren konkrete quantitative Ausführung in verschiedenen Kontexten anwenden. Sie beherrschen außerdem wichtige Grundbegriffe wie Konsistenz, Konvergenz und Stabilität und kennen verschiedene Fehlerarten.			
<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> <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>			



<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>			
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>			
Das Modul "Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen" besteht aus einer Vorlesung und einer Übung. Die "kleine Übung" ist nur verpflichtend, wenn diese anstelle der "großen Übung" angeboten wird.			
<b>Anwesenheitspflicht</b>			
<b>Titel der Veranstaltung</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen	6,0	Vorlesung/Übung	deutsch
Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen	2,0	kleine Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Stochastische Analysis		
<b>Nummer</b>	1296400	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Fakultät</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>	42	<b>Selbststudium (h)</b>	108
<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/ Prüfungsart</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>Inhalte</b>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<b>Literatur</b>	wird in der Veranstaltung bekannt gegeben		

↑

<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>			
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>			
Das Modul "Stochastische Analysis" besteht aus einer Vorlesung und einer Übung.			
<b>Anwesenheitspflicht</b>			
<b>Titel der Veranstaltung</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>

Stochastische Analysis	6,0	Vorlesung/Übung	deutsch
<b>Literaturhinweise</b>			
wird in der Veranstaltung bekannt gegeben			

<b>Modulname</b>	Wahrscheinlichkeitstheorie und Diskrete Finanzmathematik		
<b>Nummer</b>	1296000190	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Turnus</b>	nur im Sommersemester	<b>Fakultät</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	300 h		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Die Inhalte der Basismodule 'Analysis 1 und 2' und 'Lineare Algebra' sowie des Moduls 'Einführung in die Stochastik' werden vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart</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 die Prüferin bzw. der Prüfer auch das Take-Home-Examen 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>Inhalte</b>			
<p>[Inhalt - Wahrscheinlichkeitstheorie]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konstruktion von Wahrscheinlichkeitsmaßen</li> <li>• Koppelung von Wahrscheinlichkeitsräumen</li> <li>• Charakteristische Funktionen</li> <li>• Konvergenz von Zufallsvariablen</li> <li>• Starkes Gesetz der großen Zahlen</li> <li>• Zentrale Grenzwertsätze</li> <li>• bedingte Erwartungen</li> </ul> <p>[Inhalt - Diskrete Finanzmathematik]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Finanzgüter, No-Arbitrage-Prinzip, Hedging, Optionspreise</li> <li>• Preisfestsetzung in Ein-Perioden-Modellen</li> <li>• Äquivalente Martingalmaße und die Fundamentalsätze in Ein-Perioden-Modellen</li> <li>• Selbstfinanzierende Handelsstrategien</li> <li>• Konstruktion äquivalenter Martingalmaße in Mehr-Perioden-Modellen</li> <li>• Die Fundamentalsätze in Mehr-Perioden-Modellen</li> <li>• Vollständige versus unvollständige Märkte</li> <li>• Das Cox-Ross-Rubinstein-Modell</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Die Studierenden vertiefen ihr Verständnis der Definitionen, Aussagen und Methoden für die mathematische Modellierung und Analyse von Zufallsexperimenten. Sie beherrschen den Umgang mit bedingten Erwartungen und sind vertraut mit der Theorie vom fairen Spiel. Zudem erlernen sie Grundbegriffe der			

Finanzmathematik, wie beispielsweise Finanzgüter, das No-Arbitrage-Prinzip, Hedging, Optionspreise, Ein- und Mehr-Perioden-Modelle sowie das Cox-Ross-Rubinstein-Modell.

**Literatur**

- H. O. Georgii, Stochastik, De Gruyter, 2015
- J. Klenke, Wahrscheinlichkeitstheorie, Springer, 2013
- H. Bauer, Wahrscheinlichkeitstheorie, De Gruyter, 2002
- R. Durrett, Probability: Theory and Examples, Cambridge Series in Statistical and Probabilistic Mathematics, 2019
- N. Shiryaev, Probability, Springer
- H. Föllmer & A. Schied, Stochastic Finance: An Introduction in Discrete Time, De Gruyter, 2002



**ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN**

**Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen**

Das Modul "Wahrscheinlichkeitstheorie und Diskrete Mathematik" besteht aus einer Vorlesung und einer Übung. Die "kleine Übung" ist nur verpflichtend, wenn diese anstelle der "großen Übung" angeboten wird.

**Anwesenheitspflicht**

<b>Titel der Veranstaltung</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Wahrscheinlichkeitstheorie und Diskrete Finanzmathematik	6,0	Vorlesung/Übung	deutsch
Wahrscheinlichkeitstheorie und Diskrete Finanzmathematik	2,0	kleine Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Zahlentheorie		
<b>Nummer</b>	1296000200	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Fakultät</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>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart</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>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementare Teilbarkeitslehre</li> <li>• Der euklidischer Algorithmus</li> <li>• Zahlentheoretische Funktionen</li> <li>• Kongruenzen und ihre Lösungsmethoden</li> <li>• Primitivwurzeln</li> <li>• Quadratische Reste und das Reziprozitätsgesetz</li> <li>• Ganzzahlige binäre quadratische Formen</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<p>Die Studierenden verstehen die grundlegenden Definitionen, Theoreme und Beweise der Zahlentheorie. Sie können mit algebraischen Strukturen wie ganzen und algebraischen Zahlen umgehen, kennen Primzahlen und ihre Verteilung und können die wichtigsten Methoden zum Lösen von Kongruenzen anwenden. Ausserdem kennen sie die Grundlagen zum Rechnen mit binär quadratischen Formen.</p>			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• G. H. Hardy, E.M. Wright, An introduction to the theory of numbers</li> <li>• I. Niven, H.S. Zuckerman, Einführung in die Zahlentheorie</li> </ul>			



<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>			
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Anwesenheitspflicht</b>			
<b>Titel der Veranstaltung</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Zahlentheorie	6,0	Vorlesung/Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Zeitreihenanalyse		
<b>Nummer</b>	1296000210	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Turnus</b>	nur im Wintersemester	<b>Fakultät</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/ Prüfungsart</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 Prüfungsmodalitäten 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>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beispiele für Zeitreihen</li> <li>• Stationarität (stark und schwach) und wichtige Kenngrößen wie Autokovarianz und Autokorrelation</li> <li>• ARMA-Zeitreihen und ihre Eigenschaften</li> <li>• Schätzmethoden für Kenngrößen im Zeitbereich</li> <li>• Prognosemethoden für Zeitreihen</li> <li>• Datenabhängige Auswahl geeigneter Modelle</li> <li>• Multivariate Zeitreihen und Kalman-Filter</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Die Studierenden vertiefen sich in fortgeschrittene und komplexe Methoden für einen anwendungsrelevanten Bereich stochastisch-statistischer Methoden. Sie lernen die wichtigsten Eigenschaften, Kenngrößen, Modellklassen und Prognosemethoden für stochastische Prozesse in diskreter Zeit (Zeitreihen) kennen und verstehen, wie Trends und saisonale Komponenten aus zufälligen Beobachtungen geschätzt werden können. Insbesondere vertiefen die Studierenden ihre Kenntnisse über zeitliche stochastische Abhängigkeiten der zufälligen Beobachtungen und erlernen, wie im Rahmen von statistischen Methoden mit den Auswirkungen dieser Abhängigkeiten so umgegangen werden kann, dass konsistente Schätzverfahren entwickelt werden können.			
<b>Literatur</b>			
wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben			



<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>			
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>			
Das Modul "Zeitreihenanalyse" besteht aus einer Vorlesung und einer Übung. Die "kleine Übung" ist nur verpflichtend, wenn diese anstelle der "großen Übung" angeboten wird.			
<b>Anwesenheitspflicht</b>			
<b>Titel der Veranstaltung</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Zeitreihenanalyse	3,0	Vorlesung/Übung	deutsch
Zeitreihenanalyse	1,0	kleine Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Einführung in die Mathematische Optimierung		
<b>Nummer</b>	1296000060	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Turnus</b>	nur im Wintersemester	<b>Fakultät</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	300 h		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Die Inhalte der Basismodule 'Analysis 1 und 2' und 'Lineare Algebra' werden vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart</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 die Prüferin bzw. der Prüfer auch das Take-Home-Examen 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 nach Vorgabe der Prüferin bzw. des Prüfers; die Leistung kann die Erstellung, Dokumentation und Präsentation von Computerprogrammen umfassen.</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundfragen der Nichtlinearen Optimierung: Modelle, Lösungen, Schranken, Komplexität, Konvexität, Nichtlinearität, Konvergenz, Invarianz, Selbstkonkordanz, Laufzeit und Speicheraufwand, Implementierbarkeit)</li> <li>• Konvexität und Nichtkonvexität von Mengen und Funktionen, Linearität und Nichtlinearität von Funktionen</li> <li>• Einführung in die Theorie der unbeschränkten und der beschränkten nichtlinearen Optimierung; notwendige und hinreichende Optimalitätsbedingungen, KKT-Punkte, Kegel und Constraint Qualifications, Dualität</li> <li>• Algorithmik der unbeschränkten nichtlinearen Optimierung: Suchrichtung, Abstiegsrichtung, Winkelbedingung, Gradienten- und Newton-Typ-Verfahren</li> <li>• Algorithmik der beschränkten nichtlinearen Optimierung: z.B. Gradientenprojektion, Active-Set, SQP, Barriere, Innere-Punkte, Augmented Lagrangian</li> <li>• Lokale Kontraktion und lokale Konvergenz, Verfahren zur Globalisierung, z.B. Liniensuche, Vertrauensgebiete, Filter, Penalty- und Merit-Funktionen</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Die Studierenden beherrschen die grundlegenden Konzepte, Theorien und Algorithmen der kontinuierlichen nichtlinearen Optimierung. Sie können ausgewählte Probleme mathematisch modellieren sowie geeignete Lösungsmethoden auswählen und anwenden. Sie verstehen deren Annahmen und Grenzen und können Optimierungsalgorithmen hinsichtlich Laufzeit und Speicheraufwand analysieren.			
<b>Literatur</b>			
Grundlage der Vorlesung <ul style="list-style-type: none"> <li>• J. Nocedal, S. J. Wright: Numerical Optimization, Springer, 2006</li> <li>• M. Ulbrich, S. Ulbrich, Nichtlineare Optimierung, Birkhäuser, 2012</li> </ul>			

weitere Literatur:

- F. Jarre, J. Stoer, Optimierung, Springer, 2004
- C. Geiger, C. Kanzow, Theorie und Numerik restringierter Optimierungsaufgaben, Springer, 2002
- R. E. Burkard, U. T. Zimmermann, Einführung in die Mathematische Optimierung, Springer, 2012
- W. Alt, Numerische Verfahren der konvexen, nichtglatten Optimierung, 2004



<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>			
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>			
Das Modul "Einführung in die Mathematische Optimierung" besteht aus einer Vorlesung und einer Übung. Die "kleine Übung" ist nur verpflichtend, wenn diese anstelle der "großen Übung" angeboten wird.			
<b>Anwesenheitspflicht</b>			
<b>Titel der Veranstaltung</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Einführung in die Mathematische Optimierung	6,0	Vorlesung/Übung	deutsch
Einführung in die Mathematische Optimierung	2,0	kleine Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Einführung in die Numerik		
<b>Nummer</b>	1296000070	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Turnus</b>	nur im Wintersemester	<b>Fakultät</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	300 h		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Die Inhalte der Basismodule 'Analysis 1 und 2' und 'Lineare Algebra' werden vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart</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 die Prüferin bzw. der Prüfer auch das Take-Home-Examen 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>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fehleranalyse</li> <li>• Kondition eines Problems, Stabilität eines Algorithmus</li> <li>• Numerische Verfahren für lineare und nichtlineare Gleichungssysteme</li> <li>• Behandlung linearer und nichtlinearer Ausgleichsprobleme</li> <li>• Interpolation und Approximation von Funktionen einer Veränderlichen</li> <li>• Numerische Integration (Quadratur) von Funktionen einer Veränderlichen</li> <li>• Methoden für Eigenwertprobleme</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Die Studierenden lernen algorithmisch-numerische Denkweisen anhand von Basisalgorithmen. Sie kennen den Unterschied zwischen numerischen Algorithmen und den Methoden der Analysis und Linearen Algebra. Sie beherrschen Grundtechniken zur Beurteilung von Effizienz und Genauigkeit numerischer Algorithmen sowie zu ihrer Realisierung in Computerprogrammen. Die Studierenden haben ein Verständnis für weitere grundlegende Begriffe der Numerik und der darauf basierenden Fehleranalyse. Sie erwerben die Fähigkeit grundlegende numerische Methoden in ihrer Funktionsweise zu verstehen, die erreichbaren Ergebnisse einzuschätzen und für neue Aufgabenstellungen weiter zu entwickeln.			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• P. Deuffhard, A. Hohmann, Numerische Mathematik I, De Gruyter</li> <li>• C. Moler, Numerical Computing with MATLAB, SIAM, auch online</li> <li>• H. R. Schwarz, N. Köckler, Numerische Mathematik, Teubner</li> </ul>			



<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>			
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>			
Das Modul "Einführung in die Numerik" besteht aus einer Vorlesung und einer Übung. Die "kleine Übung" ist nur verpflichtend, wenn diese anstelle der "großen Übung" angeboten wird. Der Besuch einer Zusatzveranstaltung ist nicht verpflichtend, wird aber dringend empfohlen.			
<b>Anwesenheitspflicht</b>			
<b>Titel der Veranstaltung</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Einführung in die Numerik	6,0	Vorlesung/Übung	deutsch
Einführung in die Numerik	2,0	kleine Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Einführung in die Stochastik		
<b>Nummer</b>	1296000080	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Turnus</b>	nur im Wintersemester	<b>Fakultät</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	300 h		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Die Inhalte der Basismodule 'Analysis 1 und 2' und 'Lineare Algebra' werden vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart</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 die Prüferin bzw. der Prüfer auch das Take-Home-Examen 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>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sigma-Algebren und Maße</li> <li>• Konstruktion von Maßen</li> <li>• Wahrscheinlichkeitsmaße</li> <li>• Elementare bedingte Wahrscheinlichkeiten</li> <li>• Messbaren Funktionen und Funktionenfolgen</li> <li>• Maßtheoretisches Integral</li> <li>• Lebesguemaße und Lebesgueintegral im <math>\mathbb{R}^n</math></li> <li>• Konvergenzsätze</li> <li>• Konvexe Funktionen und Ungleichungen</li> <li>• Maßtheoretische Konvergenzbegriffe</li> <li>• Absolute Stetigkeit von Maßen</li> <li>• Produkträume</li> <li>• Laplace-Experiment, diskrete Verteilung</li> <li>• Stochastische Unabhängigkeit</li> <li>• Zufallsvariablen auf diskreten und allgemeinem Wahrscheinlichkeitsräumen</li> <li>• Zufallsvariablen mit Dichten</li> <li>• Erwartungswert, Varianz und Kovarianz</li> <li>• Schwaches Gesetz der großen Zahlen</li> <li>• Zentraler Grenzwertsatz von de Moivre-Laplace</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Die Studierenden verstehen die grundlegenden Definitionen, Theoreme, Beweise und Methoden für die mathematische Modellierung und Analyse von Zufallsexperimenten. Sie beherrschen die Grundbegriffe der Stochastik, wie den axiomatischen Aufbau der Wahrscheinlichkeitstheorie, Zufallsvariablen, W-Maße und			

Verteilungen. Zudem sind sie in der Lage mit fundamentalen Kenngrößen wie Erwartungswerte, Varianzen und Kovarianzen von  $W$ -Verteilungen zu rechnen. Sie kennen elementare Versionen des Gesetzes der großen Zahlen, zentraler Grenzwertsätze und beherrschen die Grundbegriffe der Maß- und Integrations-  
theorie.

**Literatur**

- H. O. Georgii, Stochastik, De Gruyter, 2015
- J. Klenke, Wahrscheinlichkeitstheorie, Springer, 2013
- H. Bauer, Wahrscheinlichkeitstheorie, De Gruyter, 2002
- R. Durrett, Probability, Theory and Examples, Cambridge Series in Statistical and Probabilistic Mathematics, 2019
- U. Krengel, Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik, Springer
- H. Dehling & B. Haupt, Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik, Springer
- A. N. Shiryaev, Probability, Springer



<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>			
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>			
Das Modul "Einführung in die Stochastik" besteht aus einer Vorlesung und einer Übung. Die "kleine Übung" ist nur verpflichtend, wenn diese anstelle der "großen Übung" angeboten wird.			
<b>Anwesenheitspflicht</b>			
<b>Titel der Veranstaltung</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Einführung in die Stochastik	6,0	Vorlesung/Übung	deutsch
Einführung in die Stochastik	2,0	kleine Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Algebra		
<b>Nummer</b>	129600090	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Turnus</b>	nur im Sommersemester	<b>Fakultät</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	300 h		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden Kenntnisse in 'Lineare Algebra' vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart</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 die Prüferin bzw. der Prüfer auch das Take-Home-Examen 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>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ringtheorie: kommutative Ringe, Integritätsbereiche, Hauptidealbereiche, ZPERinge, euklidische Ringe</li> <li>• Polynomringe: <math>\mathbb{Z}[x]</math>, elementare Methoden zur Faktorisierung in irreduzible Polynome</li> <li>• Gruppentheorie: Untergruppen, Normalteiler, Faktorgruppen, Homomorphiesätze</li> <li>• Bahnen und Stabilisatoren, Einführung in die Sätze von Lagrange, Cayley und Sylow</li> <li>• Einführung in die transitiven und auflösbaren Gruppen</li> <li>• Einführung in die Theorie der algebraischen Körpererweiterungen</li> <li>• Gradsatz, Konstruktion von Zerfällungskörpern,</li> <li>• Normale u. separable Erweiterungen</li> <li>• Galoiskorrespondenz und Hauptsatz der Galoistheorie</li> <li>• Lösen von Polynomgleichungen durch Radikale</li> <li>• Klassische Beispiele und Anwendungen</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Die Studierenden verstehen die grundlegenden Definitionen, Theoreme und Beweise der Algebra. Sie können mit algebraischen Strukturen wie Gruppen, Ringe und Körper arbeiten, diese Strukturen anwenden und kleinere Beweise dazu selbständig durchführen. Ausserdem kennen sie die Galoistheorie und ihre Anwendungen.			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• G. Stroth, Algebra, De Gruyter Verlag</li> <li>• D. Robinson, A course in the theory of groups, Springer Verlag</li> <li>• E. Kunz, Algebra, Vieweg + Teubner Verlag</li> <li>• S. Lang, Algebra, Springer Verlag</li> </ul>			



<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>			
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>			
Das Modul "Algebra" besteht aus einer Vorlesung und einer Übung. Die "kleine Übung" ist nur verpflichtend, wenn diese anstelle der "großen Übung" angeboten wird.			
<b>Anwesenheitspflicht</b>			
<b>Titel der Veranstaltung</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Algebra	6,0	Vorlesung/Übung	deutsch
Algebra	2,0	kleine Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Differentialgleichungen		
<b>Nummer</b>	1296000100	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Turnus</b>	nur im Wintersemester	<b>Fakultät</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	300 h		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Die Inhalte der Basismodule 'Analysis' und 'Lineare Algebra' werden vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart</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 die Prüferin bzw. der Prüfer auch das Take-Home-Examen als Prüfungsform wählen  Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
<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>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existenz und Eindeutigkeit von Lösungen</li> <li>• konkrete Beispiele aus den Natur-, Lebens-, und Ingenieurwissenschaften</li> <li>• analytische und graphische Lösungsverfahren in 1D und 2D</li> <li>• Erhaltungsgleichungen und Ljapunov-Funktionen</li> <li>• physikalische Einheiten und Entdimensionalisierung</li> <li>• explizite und implizite Einschrittverfahren</li> <li>• Konsistenz und Konvergenz numerischer Schemata</li> <li>• Sensitivität und stetige Abhängigkeit</li> <li>• lineare Differentialgleichungen</li> <li>• Gleichgewichte und ihre Stabilität</li> <li>• ergänzende oder weiterführende Themen</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Die Studierenden verstehen die grundlegenden Definitionen, Theoreme, Beweise und Methoden für Anfangswertprobleme gewöhnlicher Differentialgleichungen. Sie kennen außerdem wichtige Modelle aus den Natur-, Lebens- und Ingenieurwissenschaften und können diese sowohl qualitativ untersuchen als auch analytisch oder numerisch lösen.			
<b>Literatur</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• H. Heuser, Gewöhnliche Differentialgleichungen, Teubner Verlag, 1995</li> <li>• W. Walter, Gewöhnliche Differentialgleichungen, Springer Verlag, 1993</li> <li>• V. Arnold, Dynamical Systems 1-8, Springer Verlag, 1988-93</li> <li>• P. Deufelhard, F. Bornemann, Numerische Mathematik II / Integration gewöhnlicher Differentialgleichungen, De Gruyter Verlag, 1994</li> </ul>			



<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>			
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>			
Das Modul "Differentialgleichungen" besteht aus einer Vorlesung und einer Übung.			
<b>Anwesenheitspflicht</b>			
<b>Titel der Veranstaltung</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Differentialgleichungen	6,0	Vorlesung/Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Mathematische Modellbildung		
<b>Nummer</b>	1296000110	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Turnus</b>	nur im Sommersemester	<b>Fakultät</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>	Die Inhalte der Basismodule 'Analysis 1 und 2', und 'Lineare Algebra' werden vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart</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 oder des Prüfers</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementare Newtonsche Mechanik (Massen, Federn, Dämpfer)</li> <li>• Wachstumsprozesse (Logistische Gleichung, Differentialgleichung mit Trennung der Veränderlichen, Einfache Differenzengleichung)</li> <li>• Diskrete Modellierung (Masernepedemie, Ökonomische Modelle, Newtonsches Abkühlungsgesetz)</li> <li>• Räuber-Beute-Modelle (Lotka-Volterra, Analyse im Phasenraum)</li> <li>• Stochastische Modellierung (Markoff-Ketten, Übergangsmatrizen in der Biologie)</li> <li>• Verkehrsmodellierung (Kontinuumsmechanische Deutung, Fluß und Dichte, Satz von der Erhaltung der Autoanzahl, Charakteristiken, Stauentstehung)</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<p>Die Studierenden kombinieren ihre erworbenen Kenntnisse der Analysis, der linearen Algebra und des Einsatzes von Rechentechnik und Programmierung zur Untersuchung anwendungsnaher Fragestellungen mit mathematischen Methoden. Sie kennen mehrere aufeinander aufbauende und auch konkurrierende Modellierungen realer Prozesse aus physikalischen, chemischen, biologischen und anderen Anwendungen. Sie kennen und verstehen unterschiedliche Modellierungs- und Analysetechniken, ihre Vorteile und ihre Grenzen. Die Studierenden formulieren Modelle, prüfen die Modelleigenschaften und die Vorhersagen und passen die Modelle an. Sie vertiefen dabei ihre Grundkenntnisse aus Bereichen der Numerik, der Optimierung und der Stochastik.</p> <p>Die Studierenden sind zum wissenschaftlichen Dialog mit Anwender*innen befähigt und arbeiten projektorientiert.</p>			
<b>Literatur</b>			
wird in der Veranstaltung bekannt gegeben			



<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>			
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>			
<p>Für Studierende im 1-Fach-Bachelorstudiengang Mathematik: Alternativ zu dem Modul "Mathematische Modellbildung" kann das Computerpraktikum in Optimierung oder Numerik gewählt werden. Wird das Modul "Mathematische Modellbildung" nicht im Professionalisierungsbereich absolviert, so darf es alternativ im Wahlbereich Mathematik eingebracht werden.</p> <p>Das Modul "Mathematische Modellbildung" besteht aus einer Vorlesung und einer Übung. Die "kleine Übung" ist nur verpflichtend, wenn diese anstelle der "großen Übung" angeboten wird.</p>			
<b>Anwesenheitspflicht</b>			
<b>Titel der Veranstaltung</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Mathematische Modellbildung	3,0	Vorlesung/Übung	deutsch
<b>Literaturhinweise</b>			
wird in der Veranstaltung bekannt gegeben			
Mathematische Modellbildung	1,0	kleine Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Grundbegriffe der Differentialgeometrie		
<b>Nummer</b>	1297230	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Turnus</b>		<b>Fakultät</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>		<b>Selbststudium (h)</b>	
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart</b>			
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>			
<b>Inhalte</b>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<b>Literatur</b>			



<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>			
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Anwesenheitspflicht</b>			
<b>Titel der Veranstaltung</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Grundbegriffe der Differentialgeometrie	3,0	Vorlesung/Übung	deutsch
Grundbegriffe der Differenzialgeometrie	1,0	Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Einführung in die Statistik		
<b>Nummer</b>	1296276190	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Fakultät</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>	150 h		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Die Inhalte der Basismodule 'Analysis' und 'Lineare Algebra' werden vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (90 Minuten) oder mündlichen Prüfung (20-30 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin bzw. des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann die Prüferin bzw. der Prüfer auch das Take-Home-Examen als Prüfungsform wählen.</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 bzw. des Prüfers</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Statistische Modelle</li> <li>• Schätzmethoden</li> <li>• Konfidenzbereiche</li> <li>• Lineare Modelle</li> <li>• Einführung Hypothesentests</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<p>Fach-/Methodenkompetenzen (...)</p> <p>Sozialkompetenzen Soziale Kompetenzen werden insbesondere durch den fachlichen Austausch unter Studierenden gestärkt, etwa beim gemeinsamen Erarbeiten von Lösungsstrategien, beim Diskutieren mathematischer Konzepte oder beim kooperativen Umgang mit komplexen Problemstellungen.</p> <p>Selbstkompetenzen Die Studierenden sind in der Lage die in der Vorlesung erarbeiteten Inhalte selbstständig nachzuarbeiten und zu vertiefen sowie ihren Lernfortschritt zu reflektieren. Die erlernten Inhalte und Methoden aus dem Grundlagenbereich können selbstständig angewendet werden.</p>			
<b>Literatur</b>			
•			



<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>			
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>			
Das Modul "Einführung in die Statistik" besteht aus einer Vorlesung und einer Übung. Die "kleine Übung" ist nur verpflichtend, wenn diese anstelle der "großen Übung" angeboten wird.			
<b>Anwesenheitspflicht</b>			
<b>Titel der Veranstaltung</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Einführung in die Statistik	6,0	Vorlesung/Übung	deutsch
Einführung in die Statistik	2,0	kleine Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Einführung in die Statistik		
<b>Nummer</b>	1296105190	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Fakultät</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	300 h		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Die Inhalte der Basismodule 'Analysis' und 'Lineare Algebra' werden vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten) oder mündlichen Prüfung (25-35 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin bzw. des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann die Prüferin bzw. der Prüfer auch das Take-Home-Examen als Prüfungsform wählen.</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 bzw. des Prüfers</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Statistische Modelle</li> <li>• Schätzmethoden</li> <li>• Konfidenzbereiche</li> <li>• Lineare Modelle</li> <li>• Einführung Hypothesentests</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<p>Fach-/Methodenkompetenzen (...)</p> <p>Sozialkompetenzen Soziale Kompetenzen werden insbesondere durch den fachlichen Austausch unter Studierenden gestärkt, etwa beim gemeinsamen Erarbeiten von Lösungsstrategien, beim Diskutieren mathematischer Konzepte oder beim kooperativen Umgang mit komplexen Problemstellungen.</p> <p>Selbstkompetenzen Die Studierenden sind in der Lage die in der Vorlesung erarbeiteten Inhalte selbstständig nachzuarbeiten und zu vertiefen sowie ihren Lernfortschritt zu reflektieren. Die erlernten Inhalte und Methoden aus dem Grundlagenbereich können selbstständig angewendet werden.</p>			
<b>Literatur</b>			
•			



<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>			
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>			
Das Modul "Einführung in die Statistik" besteht aus einer Vorlesung und einer Übung. Die "kleine Übung" ist nur verpflichtend, wenn diese anstelle der "großen Übung" angeboten wird.			
<b>Anwesenheitspflicht</b>			
<b>Titel der Veranstaltung</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Einführung in die Statistik	6,0	Vorlesung/Übung	deutsch
Einführung in die Statistik	2,0	kleine Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Diskrete und Konvexe Geometrie		
<b>Nummer</b>	1296105900	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Turnus</b>	Unregelmäßig	<b>Fakultät</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	300 h		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	216
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Die Inhalte der Basismodule 'Analysis 1 und 2' und 'Lineare Algebra' werden vorausgesetzt; Kenntnisse aus 'xxx' sind hilfreich.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart</b>	<p>1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten) oder mündlichen Prüfung (25-35 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin bzw. des Prüfers. Nach Genehmigung durch den Prüfungsausschuss Mathematik kann die Prüferin bzw. der Prüfer auch das Take-Home-Examen als Prüfungsform wählen.</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 bzw. des Prüfers</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Inhalte</b>			
•			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<p>Fach-/Methodenkompetenzen (...)</p> <p>Sozialkompetenzen Soziale Kompetenzen werden insbesondere durch den fachlichen Austausch unter Studierenden gestärkt, etwa beim gemeinsamen Erarbeiten von Lösungsstrategien, beim Diskutieren mathematischer Konzepte oder beim kooperativen Umgang mit komplexen Problemstellungen.</p> <p>Selbstkompetenzen Die Studierenden sind in der Lage die in der Vorlesung erarbeiteten Inhalte selbstständig nachzuarbeiten und zu vertiefen sowie ihren Lernfortschritt zu reflektieren. Die erlernten Inhalte und Methoden aus dem Grundlagenbereich können selbstständig angewendet werden.</p>			
<b>Literatur</b>			
•			



<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>			
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>			
Das Modul "Diskrete und Konvexe Geometrie" besteht aus einer Vorlesung und einer Übung. Die "kleine Übung" ist nur verpflichtend, wenn diese anstelle der "großen Übung" angeboten wird.			
<b>Anwesenheitspflicht</b>			
<b>Titel der Veranstaltung</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Diskrete und konvexe Geometrie	3,0	Vorlesung/Übung	deutsch
Diskrete und Konvexe Geometrie	2,0	kleine Übung	deutsch

<b>Professionalisierungsbereich</b>
-------------------------------------

<b>Modulname</b>	Mathematische Algorithmen und Programmieren		
<b>Nummer</b>	1296000020	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Turnus</b>	in jedem Semester	<b>Fakultät</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	2	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	300 h		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	56	<b>Selbststudium (h)</b>	244
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Es werden keine Programmierkenntnisse vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart</b>			
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung: Absolvieren eines JULIA-Kurses (4 CP)</p> <p>2 Studienleistungen in Form von Hausaufgaben jeweils in den beiden Semestern der Veranstaltung (jeweils 3 CP)</p> <p>Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Inhalte</b>			
<p>[Inhalt - Mathematische Algorithmen und Programmieren 1]:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Sprache JULIA</li> <li>• Darstellungen von Zahlen</li> <li>• Datenstrukturen I (Menge, Liste, Tupel, ...)</li> <li>• Datenstrukturen II (Graph, Vektor, Matrix, ...)</li> <li>• Elementare Analysis mit JULIA</li> <li>• Beispiele mathematischer Algorithmen, z. B. Multiplikation ganzer Zahlen, Approximation mittels Fixpunktiteration, Berechnung von grössten gemeinsamen Teilern</li> </ul> <p>[Inhalt - Mathematische Algorithmen und Programmieren 2]:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Sprache JULIA</li> <li>• Landau-Symbole und Komplexitätsklassen</li> <li>• Teile-und-Herrsche und Master-Theorem</li> <li>• Praktikabilität von Implementationen</li> <li>• Elementare Lineare Algebra mit JULIA</li> <li>• Beispiele mathematischer Algorithmen, z.B. Matrixmultiplikation, Eulersche Graphen, Horner's Schema</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Die Studierenden lernen den grundlegenden Aufbau von Algorithmen kennen. Sie können einfache Algorithmen hinsichtlich der Art und Weise der Implementation sowie hinsichtlich der Speicher- und Laufzeitkomplexität analysieren und sie kennen wichtige Beispiele von mathematischen Algorithmen. Sie lernen die Programmiersprache JULIA kennen und können einfache Algorithmen selbständig in einem JULIA-Programm abbilden.			

**Literatur**

- C. Heitzinger, Algorithms with Julia, Springer
- Julia Dokumentation: <https://docs.julialang.org/en/v1/>

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

Das Modul besteht aus Vorlesungen und Übungen zu "Mathematische Algorithmen und Programmieren 1" und "Mathematische Algorithmen und Programmieren 2" sowie aus einem Programmier-Kurs.

**Anwesenheitspflicht**

<b>Titel der Veranstaltung</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Mathematische Algorithmen und Programmieren 1	2,0	Vorlesung/Übung	deutsch
Mathematische Algorithmen und Programmieren 2	2,0	Vorlesung/Übung	deutsch
Mathematische Algorithmen und Programmieren - JULIA	2,0	Einführungskurs	deutsch
Mathematische Algorithmen und Programmieren 1	1,0	kleine Übung	deutsch
Mathematische Algorithmen und Programmieren 2	1,0	kleine Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Computerpraktikum		
<b>Nummer</b>	1296000230	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Turnus</b>	in jedem Semester	<b>Fakultät</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	150 h		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	66
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	<p>Computerpraktikum Mathematische Optimierung: Der Besuch des Moduls 'Mathematische Algorithmen und Programmieren' sowie einem der Module 'Einführung in die Mathematische Optimierung' oder 'Lineare und Kombinatorische Optimierung' im Voraus wird dringend empfohlen.</p> <p>Computerpraktikum Numerik: Der Besuch des Moduls 'Mathematische Algorithmen und Programmieren' sowie des Moduls 'Einführung in die Numerik' im Voraus wird dringend empfohlen.</p> <p>Computerpraktikum Statistik: Der Besuch des Moduls 'Mathematische Algorithmen und Programmieren' sowie des Moduls 'Einführung in die Stochastik' im Voraus wird dringend empfohlen.</p>		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart</b>			
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben und/oder eines Portfolios. Die Leistung kann die Erstellung, Dokumentation und Präsentation von Computerprogrammen umfassen.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Inhalte</b>			
<p>[Computerpraktikum Optimierung] Dieses Praktikum bietet eine Einführung in das wissenschaftliche Rechnen mit Schwerpunkt in der mathematischen Optimierung. Dazu sind einige Verfahren zur Lösung von Grundaufgaben aus Optimierung und Numerik, die zum überwiegenden Teil in den Vorlesungen Einführung in die Optimierung bzw. Lineare und Kombinatorische 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. U.a. werden überschaubare Aufgaben aus verschiedenen Bereichen, wie z.B. Nichtlineare Optimierung (z.B. Gradienten-, (Quasi-)Newton-, SQP-, Augmented Lagrangian- oder Innere-Punkte-Verfahren), Diskrete und Kombinatorische Optimierung (z.B. optimale Bäume, Wege, Zuordnung, Nutzung effizienter Datenstrukturen, Rucksackproblem, Reihenfolgeplanung) gelöst werden. Das Einbinden und Nutzen von Standardimplementierungen wird zur Lösung von auftretenden Subproblemen kennengelernt. Für wichtige Methoden stehen sehr effiziente, gut ausgetestete Implementierungen zur Verfügung. Bei Standardanwendungen empfiehlt es sich dann, auf solche Software (z.B. CPLEX, XPRESS) zurückzugreifen.</p> <p>[Computerpraktikum Numerik] Dieses Praktikum bietet eine Einführung in das wissenschaftliche Rechnen. Es wird ein konkretes Anwendungsproblem behandelt, zu dessen numerischer Lösung verschiedene numerische Verfahren zur Lösung</p>			

einiger Grundaufgaben der Numerischen Mathematik, die zum überwiegenden Teil in der Vorlesung Einführung in die Numerik vorgestellt worden sind, effizient selbst zu implementieren und in der Praxis auszutesten sind. Dabei sollen die Möglichkeiten, aber auch die Grenzen dieser Verfahren genauer kennengelernt werden. Für zahlreiche numerische Verfahren existieren sehr effiziente und vielfach getestete Implementierungen. In einem solchen Fall sollte man auf eine derartige fertige Routine zurückgreifen und keine eigene Implementierung vornehmen.

**Qualifikationsziel**

**Fach-/Methodenkompetenz**

Die Studierenden lernen Algorithmen und Datenstrukturen in Verbindung mit mathematischen Anwendungen entweder im Bereich Numerik oder Mathematische Optimierung anzuwenden. Sie erwerben die Fähigkeit kleinere Softwareprojekte zu planen und umzusetzen sowie die Fähigkeit vorhandene Software zu verstehen, einzubinden und anzuwenden. Die Studierenden sind in der Lage, sich in fachlich Außenstehende hineinzuversetzen und deren Perspektive bewerten zu können. Sie erwerben direkt berufsbezogene inhaltliche und prozessorientierte Kompetenzen.

**Sozialkompetenzen**

Im Team werden Organisations-, Kommunikations- und Kooperationsfähigkeit geübt und gestärkt.

**Selbstkompetenzen**

Die Studierenden können in Kleingruppen gemeinsam Lösungen gestellter Aufgaben erarbeiten, erläutern und präsentieren.

**Literatur**

wird im Praktikum bekannt gegeben



**ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN**

**Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen**

Studierende des 1-Fach-Bachelorstudiengangs Mathematik und des 2-Fächer-Bachelorstudiengangs mit Mathematik als Erstfach und fachwissenschaftlichem Studienprofil wählen entweder eines der angebotenen Computerpraktika oder das Modul "Mathematische Modellbildung".

Studierende des Bachelorstudiengangs Finanz- und Wirtschaftsmathematik wählen eines der angebotenen Computerpraktika.

**Anwesenheitspflicht**

<b>Titel der Veranstaltung</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Computerpraktikum Mathematische Optimierung	2,0	Vorlesung	deutsch
Computerpraktikum Mathematische Optimierung	4,0	Übung	deutsch
Computerpraktikum Numerik	2,0	Vorlesung	deutsch
Computerpraktikum Numerik	4,0	Übung	deutsch
Computerpraktikum Statistik	6,0	Vorlesung/Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Computerpraktikum		
<b>Nummer</b>	1296000230	<b>Modulversion</b>	V1
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Turnus</b>	in jedem Semester	<b>Fakultät</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	6 / 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	150		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	84	<b>Selbststudium (h)</b>	66
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	<p>Computerpraktikum Mathematische Optimierung: Der Besuch des Moduls 'Mathematische Algorithmen und Programmieren' sowie einem der Module 'Einführung in die Mathematische Optimierung' oder 'Lineare und Kombinatorische Optimierung' im Voraus wird dringend empfohlen.</p> <p>Computerpraktikum Numerik: Der Besuch des Moduls 'Mathematische Algorithmen und Programmieren' sowie des Moduls 'Einführung in die Numerik' im Voraus wird dringend empfohlen.</p> <p>Computerpraktikum Statistik: Der Besuch des Moduls 'Mathematische Algorithmen und Programmieren' sowie des Moduls 'Einführung in die Stochastik' im Voraus wird dringend empfohlen.</p>		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart</b>			
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	<p>1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben und/oder eines Portfolios. Die Leistung kann die Erstellung, Dokumentation und Präsentation von Computerprogrammen umfassen.</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Inhalte</b>			
<p>[Computerpraktikum Mathematische Optimierung]</p> <p>Dieses Praktikum bietet eine Einführung in das wissenschaftliche Rechnen mit Schwerpunkt in der mathematischen Optimierung. Dazu sind einige Verfahren zur Lösung von Grundaufgaben aus den Grundvorlesungen der Mathematische Optimierung selbstständig effizient zu implementieren und auszutesten. Dabei sollen die Möglichkeiten, aber auch die Grenzen dieser Verfahren, genauer kennengelernt werden. Unter anderem werden überschaubare Aufgaben aus verschiedenen Bereichen, wie z. B. Nichtlineare Optimierung (z. B. Gradienten-, (Quasi-)Newton-, SQP-, Augmented Lagrangian- oder Innere-Punkte-Verfahren), Diskrete und Kombinatorische Optimierung (z. B. optimale Bäume, Wege, Zuordnung, Nutzung effizienter Datenstrukturen, Rucksackproblem, Reihenfolgeplanung) gelöst werden. Das Einbinden und Nutzen von Standardimplementierungen wird zur Lösung von auftretenden Subproblemen kennen gelernt. Für wichtige Methoden stehen sehr effiziente, gut ausgetestete Implementierungen zur Verfügung. Bei Standardanwendungen empfiehlt es sich dann, auf solche Software (z. B. CPLEX, XPRESS) zurückzugreifen.</p> <p>[Computerpraktikum Numerik]</p> <p>Dieses Praktikum bietet eine Einführung in das wissenschaftliche Rechnen. Es wird ein konkretes Anwendungsproblem behandelt, zu dessen numerischer Lösung verschiedene numerische Verfahren zur Lösung einiger Grundaufgaben der Numerischen Mathematik, die zum überwiegenden Teil in der Grundvorlesung</p>			

‚Einführung in die Numerik‘ vorgestellt worden sind, effizient selbst zu implementieren und in der Praxis aus-  
 zutesten sind. Dabei sollen die Möglichkeiten, aber auch die Grenzen dieser Verfahren genauer kennenge-  
 lernt werden. Für zahlreiche numerische Verfahren existieren sehr effiziente und vielfach getestete Imple-  
 mentierungen. In einem solchen Fall sollte man auf eine derartige fertige Routine zurückgreifen und keine  
 eigene Implementierung vornehmen.

[Computerpraktikum Statistik]

Dieses Praktikum bietet eine Einführung in das wissenschaftliche Rechnen. In dem Computerpraktikum Sta-  
 tistik lernen die Studierenden, statistische Methoden anhand von Datensätzen praktisch anzuwenden, zu  
 visualisieren und kritisch zu interpretieren. Im Mittelpunkt steht der Umgang mit Daten, explorative Daten-  
 analyse, Simulationen sowie die verständige Nutzung statistischer Modelle und Tests beispielsweise mit  
 Hilfe der Programmiersprache Julia.

**Qualifikationsziel**

Fach/Methodenkompetenzen

Die Studierenden lernen Algorithmen und Datenstrukturen in Verbindung mit mathematischen Anwendun-  
 gen im Bereich der Angewandten Mathematik anzuwenden. Sie erwerben die Fähigkeit kleinere Software-  
 projekte zu planen und umzusetzen sowie die Fähigkeit vorhandene Software zu verstehen, einzubinden  
 und anzuwenden. Die Studierenden sind in der Lage, sich in fachlich Außenstehende hineinzusetzen  
 und deren Perspektive bewerten zu können. Sie erwerben direkt berufsbezogene inhaltliche und prozessorien-  
 tierte Kompetenzen.

Sozialkompetenzen

Im Team werden Organisations-, Kommunikations- und Kooperationsfähigkeit geübt und gestärkt.

Selbstkompetenzen

Die Studierenden können in Kleingruppen gemeinsam Lösungen gestellter Aufgaben erarbeiten, erläutern  
 und präsentieren.

**Literatur**

wird in dem jeweiligen Praktikum bekannt gegeben

**Hinweise**

Studierende des 1-Fach-Bachelorstudiengangs Mathematik und des 2-Fächer-Bachelorstudiengangs mit  
 Mathematik als Erstfach und fachwissenschaftlichem Studienprofil wählen entweder eines der angebotenen  
 Computerpraktika oder das Modul "Mathematische Modellbildung".

Studierende des Bachelorstudiengangs Finanz- und Wirtschaftsmathematik wählen eines der angebotenen  
 Computerpraktika.



**ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN**

**Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen**

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

**Anwesenheitspflicht**

<b>Titel der Veranstaltung</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Computerpraktikum Mathematische Optimierung	2,0	Vorlesung	deutsch
Computerpraktikum Mathematische Optimierung	4,0	Übung	deutsch

Computerpraktikum Numerik	2,0	Vorlesung	deutsch
Computerpraktikum Numerik	4,0	Übung	deutsch
Computerpraktikum Statistik	6,0	Vorlesung/Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Mathematische Modellbildung		
<b>Nummer</b>	1296000110	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Turnus</b>	nur im Sommersemester	<b>Fakultät</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>	Die Inhalte der Basismodule 'Analysis 1 und 2', und 'Lineare Algebra' werden vorausgesetzt.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart</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 oder des Prüfers</p> <p>Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.</p>		
<b>Inhalte</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementare Newtonsche Mechanik (Massen, Federn, Dämpfer)</li> <li>• Wachstumsprozesse (Logistische Gleichung, Differentialgleichung mit Trennung der Veränderlichen, Einfache Differenzengleichung)</li> <li>• Diskrete Modellierung (Masernepedemie, Ökonomische Modelle, Newtonsches Abkühlungsgesetz)</li> <li>• Räuber-Beute-Modelle (Lotka-Volterra, Analyse im Phasenraum)</li> <li>• Stochastische Modellierung (Markoff-Ketten, Übergangsmatrizen in der Biologie)</li> <li>• Verkehrsmodellierung (Kontinuumsmechanische Deutung, Fluß und Dichte, Satz von der Erhaltung der Autoanzahl, Charakteristiken, Stauentstehung)</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
<p>Die Studierenden kombinieren ihre erworbenen Kenntnisse der Analysis, der linearen Algebra und des Einsatzes von Rechentechnik und Programmierung zur Untersuchung anwendungsnaher Fragestellungen mit mathematischen Methoden. Sie kennen mehrere aufeinander aufbauende und auch konkurrierende Modellierungen realer Prozesse aus physikalischen, chemischen, biologischen und anderen Anwendungen. Sie kennen und verstehen unterschiedliche Modellierungs- und Analysetechniken, ihre Vorteile und ihre Grenzen. Die Studierenden formulieren Modelle, prüfen die Modelleigenschaften und die Vorhersagen und passen die Modelle an. Sie vertiefen dabei ihre Grundkenntnisse aus Bereichen der Numerik, der Optimierung und der Stochastik.</p> <p>Die Studierenden sind zum wissenschaftlichen Dialog mit Anwender*innen befähigt und arbeiten projektorientiert.</p>			
<b>Literatur</b>			
wird in der Veranstaltung bekannt gegeben			



<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>			
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>			
<p>Für Studierende im 1-Fach-Bachelorstudiengang Mathematik: Alternativ zu dem Modul "Mathematische Modellbildung" kann das Computerpraktikum in Optimierung oder Numerik gewählt werden. Wird das Modul "Mathematische Modellbildung" nicht im Professionalisierungsbereich absolviert, so darf es alternativ im Wahlbereich Mathematik eingebracht werden.</p> <p>Das Modul "Mathematische Modellbildung" besteht aus einer Vorlesung und einer Übung. Die "kleine Übung" ist nur verpflichtend, wenn diese anstelle der "großen Übung" angeboten wird.</p>			
<b>Anwesenheitspflicht</b>			
<b>Titel der Veranstaltung</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Mathematische Modellbildung	3,0	Vorlesung/Übung	deutsch
<b>Literaturhinweise</b>			
wird in der Veranstaltung bekannt gegeben			
Mathematische Modellbildung	1,0	kleine Übung	deutsch

<b>Modulname</b>	Mathematische Seminare		
<b>Nummer</b>	1296105240	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Turnus</b>	in jedem Semester	<b>Fakultät</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	5 / 10,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	300 h		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	56	<b>Selbststudium (h)</b>	184
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart</b>			
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	"Mathematisches Seminar 1": 1 Studienleistung in Form eines Referats nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. "Mathematisches Seminar 2": 1 Studienleistung in Form eines Referats nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
<b>Inhalte</b>	wird im Seminar bekannt gegeben		
<b>Qualifikationsziel</b>	Die Studierenden lernen, sich selbständig in ein mathematisches Thema einzuarbeiten, die wesentlichen Probleme zu erkennen, geeignete Methoden zu ihrer Lösung zu finden und die Ergebnisse mathematisch klar und strukturiert zu formulieren und vorzutragen.		
<b>Literatur</b>	wird im Seminar bekannt gegeben		

↑

<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>			
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>			
<b>Anwesenheitspflicht</b>			
<b>Titel der Veranstaltung</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Bachelor-Seminar Algebra	2,0	Seminar	deutsch
Bachelor-Seminar Analysis	2,0	Seminar	deutsch

Bachelor-Seminar Analysis 2	2,0	Seminar	deutsch
Bachelor-Seminar Angewandte Mathematik	2,0	Seminar	deutsch
Bachelor-Seminar Computeralgebra	2,0	Seminar	deutsch
Bachelor-Seminar Differentialgleichungen/Vektoranalysis	2,0	Seminar	deutsch
Bachelor-Seminar Mathematik in Anwendungen	2,0	Seminar	deutsch
Bachelor-Seminar Mathematische Optimierung	2,0	Seminar	deutsch
Bachelor-Seminar Numerik	2,0	Seminar	deutsch
Bachelor-Seminar Mathematische Stochastik	2,0	Seminar	deutsch
Seminar zur Theorie der Distributionen	2,0	Seminar	deutsch
Bachelor-Seminar Mathematische Statistik	2,0	Seminar	deutsch
Seminar Dispersive partielle Differentialgleichungen	2,0	Seminar	englisch
Bachelor-Seminar Kombinatorik	2,0	Seminar	deutsch
Seminar zur Algebra	2,0	Seminar	deutsch
Bachelor-Seminar Algorithmen in Machine Learning	2,0	Seminar	deutsch
Seminar Funktionalanalysis	2,0	Seminar	deutsch
Seminar Computational Algebra and its Applications	2,0	Seminar	englisch
Master-Seminar Wahrscheinlichkeitstheorie	2,0	Seminar	englisch deutsch
Seminar Computational Algebra and its Applications	2,0	Seminar	englisch deutsch
Bachelor-Seminar Lineare Algebra	2,0	Seminar	deutsch

<b>Modulname</b>	Schlüsselqualifikationen		
<b>Nummer</b>	1296000250	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Turnus</b>	in jedem Semester	<b>Fakultät</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>		<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	/ 5,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	150		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	nach Wahl der Veranstaltung/en	<b>Selbststudium (h)</b>	nach Wahl der Veranstaltung/en
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart</b>			
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	Studienleistung je nach Vorgabe der gewählten Veranstaltung/des gewählten Moduls. Die Prüfungsmodalitäten richten sich nach dem anbietenden Fach.  Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.		
<b>Inhalte</b>	verschiedene in den Wahlveranstaltungen des Gesamtprogramms "Pool (überfachliche Qualifikation)"		
<b>Qualifikationsziel</b>	<p>Es werden handlungsorientierte Angebote wahrgenommen und/oder Angebote gewählt, die das Kennenlernen anderer Fachkulturen zum Ziel haben.</p> <p>Die Studierenden werden dadurch befähigt, ihr Studienfach in gesellschaftliche, historische, rechtliche oder berufsorientierende Bezüge einzuordnen (je nach Schwerpunkt der Veranstaltung). Sie sind in der Lage, übergeordnete fachliche Verbindungen und deren Bedeutung zu erkennen, zu analysieren und zu bewerten. Die Studenten erwerben einen Einblick in Vernetzungsmöglichkeiten des Studienfaches und Anwendungsbezüge ihres Studienfaches im Berufsleben.</p> <p>Die Studierenden lernen Theorien und Methoden anderer, fachfremder Wissenschaftskulturen kennen, lernen sich interdisziplinär mit Studierenden aus fachfremden Studiengebieten auseinanderzusetzen und zu arbeiten, können aktuelle Kontroversen aus einzelnen Fachwissenschaften diskutieren und bewerten, erkennen die Bedeutung kultureller Rahmenbedingungen auf verschiedene Wissenschaftsverständnisse und Anwendungen und kennen genderbezogene Sichtweisen auf verschiedene Fachgebiete und die Auswirkung von Geschlechterdifferenzen.</p> <p>Die Studierenden werden befähigt, theoretische Kenntnisse handlungsorientiert umzusetzen. Sie erwerben verfahrensorientiertes Wissen (Wissen über Verfahren und Handlungsweisen, Anwendungskriterien bestimmter Verfahrens- und Handlungsweisen) sowie metakognitives Wissen (u.a. Wissen über eigene Stärken und Schwächen). Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, Wissen zu vermitteln bzw. Vermittlungstechniken anzuwenden, Gespräche und Verhandlungen effektiv zu führen, sich selbst zu reflektieren und adäquat zu bewerten, kooperativ im Team zu arbeiten und Konflikte zu bewältigen, Informations- und Kommunikationsmedien zu bedienen oder sich in einer anderen Sprache auszudrücken. Durch diese handlungsorientierten Angebote sind die Studierenden in der Lage, in anderen Bereichen erworbenes Wissen effektiver einzusetzen, die Zusammenarbeit mit anderen Personen einfacher und konstruktiver zu gestalten und somit Neuerwerb und Neuentwicklung von Wissen zu erleichtern. Sie erwerben Schlüsselqualifikatio-</p>		

nen, die ihnen den Eintritt in das Berufsleben erleichtern und in allen beruflichen Situationen zum Erfolg beitragen.

**Literatur**

verschiedene in den Wahlveranstaltungen des Gesamtprogramms "Pool (überfachliche Qualifikation)"



<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>			
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>			
Im Bereich 'Schlüsselqualifikationen' absolvieren Studierende Lehrveranstaltungen aus dem Gesamtprogramm "Pool (überfachliche Qualifikation).			
<b>Anwesenheitspflicht</b>			
<b>Titel der Veranstaltung</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>
Einführung in die Philosophie der Mathematik	2,0	Vorlesung	deutsch
<b>Literaturhinweise</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>J. Neunhäuserer, Einführung in die Philosophie der Mathematik, Berlin, Springer Spektrum, ISBN 978-3-662-59554-1/pbk; 978-3-662-59555-8/ebook; VIII, 158 p., 2019</li> </ul>			
Einführung in die Statistik-Software R	2,0	Praktische Übung	deutsch
<b>Literaturhinweise</b>			
Literaturempfehlungen werden in der Veranstaltung bekannt gegeben			
Geschichte der Mathematik	2,0	Vorlesung	deutsch
<b>Literaturhinweise</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>M. Kline, Mathematical Thought from Ancient to Modern Times, 3 Vols., Oxford Univ. Press</li> <li>F. Cajori, A History of Mathematics, AMS Chelsea</li> <li>J. Fauvel, J. Gray, The History of Mathematics - A Reader, Palgrave Macmillan</li> </ul>			
Leibniz: Logik und Recht		Seminar	deutsch
Orientierungsmodul Finanz- und Wirtschaftsmathematik	2,0	Ringvorlesung	deutsch
<b>Literaturhinweise</b>			
Literaturempfehlungen werden in der Veranstaltung bekannt gegeben			
Schöne Sätze der Mathematik	2,0	Vorlesung	deutsch
<b>Literaturhinweise</b>			
Literaturempfehlungen werden in der Veranstaltung bekannt gegeben			
Statistisches Praktikum	2,0	Praktikum	deutsch
<b>Literaturhinweise</b>			
Literaturempfehlungen werden in der Veranstaltung bekannt gegeben			

Vom urzeitlichen Schnitzknochen zur mechanischen Rechenmaschine - Zur Geschichte technischer Hilfsmittel der Mathematik	2,0	Seminar	deutsch
<b>Literaturhinweise</b>			
<p>Inhalt/e:                  Der Computer bestimmt heutzutage entscheidend unser Leben, und zwar längst nicht mehr nur im beruflichen Bereich, sondern auch im alltäglichen Leben. Die Veranstaltung betrachtet die historischen Wurzeln näher, um diese Entwicklung der Gegenwart besser zu verstehen. Dabei geht es nicht nur um die technische Seite, sondern auch um den Beitrag zur Kulturgeschichte, den die Geschichte der Rechenmaschine leistet.                  Thematisch-historische Betrachtungen zur technischen Grundlage und Entwicklung der Mathematik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geschichte der Zahlen, vorgeschichtliche Zählsysteme, Abacus, Adam Riese (1550)</li> <li>• Mechanische Rechenmaschinen, Theorie von Gottfried Wilhelm Leibniz (um 1700)</li> <li>• Pioniere der Rechenmaschinenentwicklung im 18. Jahrhundert, Rechentechnik der klassischen Antike und im kulturgeschichtlichen Vergleich Europa-Asien, Mittelalterliche Mathematik</li> <li>• Industrielle Fabrikation im 19. und 20. Jahrhundert, die Brunsviga Rechenmaschinenfabrik in Braunschweig, Fabrikation der Brunsviga ab 1892</li> <li>• Rechenautomaten im Überblick, Entwicklung des ersten Computers von Konrad Zuse (1937)</li> </ul> <p>Literatur</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerd Biegel, Von der Erfindung der Zahl zum Computer, Magdeburg 1992</li> <li>• Johann Paul Bischoff, Versuch einer Geschichte der Rechenmaschine, hg. von Stephan Weiß, München, 1990</li> <li>• W. de Beauclair, Rechnen mit Maschinen, Braunschweig 1968</li> <li>• Hartmut Petzold, Moderne Rechenkünstler, Die Industrialisierung der Rechentechnik in Deutschland, München, 1992</li> <li>• Ausstellungskataloge der Herzog August Bibliothek, Band 60, Maß, Zahl und Gewicht, Mathematik als Schlüssel zu Weltverständnis und Weltbeherrschung, Harrassowitz Verlag, 2001</li> </ul>			

Weltkulturen und Mathematik - Einführung in die Ethnomathematik	2,0	Vorlesung	deutsch
<b>Literaturhinweise</b>			
<p>Inhalt/e                  Die Mathematik und ihre Didaktik wurden vom Ende der 1970er Jahre an zunehmend auch in gesellschaftlichen und kulturellen Zusammenhängen gesehen. Mit dieser Entwicklung kam die Idee der Ethnomathematik als mathematisches Forschungsgebiet auf. Es ist bis heute ein entscheidender Aspekt der Ethnomathematik, verschiedene Darstellungen, Schreib- und Vorgehensweisen in der Mathematik zu untersuchen. Dabei wird jede Art der Mathematik und des Erlernens von Mathematik vor dem jeweiligen gesellschaftlichen Hintergrund betrachtet, dies bedeutet den kulturhistorischen Aspekt ethnischer Bindung von Mathematik zu betrachten. Es wird das mathematische Wirken unterschiedlicher kultureller Gruppen untersucht. Mit diesem Einführungsbeitrag ist die deutsche Etablierung des Faches Ethnomathematik an Deutschlands Universitäten verbunden.</p> <p>Literatur</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerd Biegel, Von der Erfindung der Zahl zum Computer, Magdeburg 1992</li> <li>• Johann Paul Bischoff, Versuch einer Geschichte der Rechenmaschine, hg. von Stephan Weiß, München, 1990</li> <li>• W. de Beauclair, Rechnen mit Maschinen, Braunschweig 1968</li> <li>• H. Petzold, Moderne Rechenkünstler, Die Industrialisierung der Rechentechnik in Deutschland, München, 1992</li> <li>• Ausstellungskataloge der Herzog August Bibliothek, Band 60, Maß, Zahl und Gewicht, Mathematik als Schlüssel zu Weltverständnis und Weltbeherrschung, Harrassowitz Verlag, 2001</li> </ul>			

Industriepraktikum		Praktikum	deutsch
--------------------	--	-----------	---------

**Abschlussarbeit**

<b>Modulname</b>	Bachelorarbeit		
<b>Nummer</b>	1296000220	<b>Modulversion</b>	
<b>Kurzbezeichnung</b>		<b>Sprache</b>	deutsch
<b>Turnus</b>	in jedem Semester	<b>Fakultät</b>	Carl-Friedrich-Gauß-Fakultät
<b>Moduldauer</b>	1	<b>Einrichtung</b>	
<b>SWS / ECTS</b>	2 / 15,0	<b>Modulverantwortliche/r</b>	Studiendekan der Mathematik
<b>Arbeitsaufwand (h)</b>	450		
<b>Präsenzstudium (h)</b>	28	<b>Selbststudium (h)</b>	422
<b>Zwingende Voraussetzungen</b>			
<b>Empfohlene Voraussetzungen</b>	Voraussetzung für das Modul ist der Nachweis von bestandenen Modulen im Umfang von mindestens 130 LP.		
<b>Zu erbringende Prüfungsleistung/ Prüfungsart</b>	Bachelorarbeit: 1 Prüfungsleistung in Form einer schriftlichen Ausarbeitung nach Vorgabe der Dozentin bzw. des Dozenten inklusive (unbenoteter) Präsentation.		
<b>Zu erbringende Studienleistung</b>	Spezialisierungsseminar: 1 Studienleistung in Form einer Präsentation nach Vorgabe der Dozentin bzw. des Dozenten		
<b>Inhalte</b>			
<p>Bachelorarbeit:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fähigkeit zu Wissenstransfer von einem Kontext zu einem anderen</li> <li>• Fähigkeit zu Analyse und Synthese</li> <li>• Entwicklung von akademischem Selbstvertrauen</li> <li>• Fähigkeit, komplexe Probleme zu erkennen, das Wesentliche der Probleme abstrakt zusammenzufassen und mathematisch zu formulieren</li> <li>• Fähigkeit, geeignete mathematische Prozesse zur Lösung von Problemen auszuwählen und anzuwenden</li> <li>• Fähigkeiten in Zeitmanagement und Organisation</li> </ul> <p>Spezialisierungsseminar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fähigkeit zu Wissenstransfer von einem Kontext zu einem anderen</li> <li>• Fähigkeit zu Analyse und Synthese</li> <li>• Entwicklung von akademischem Selbstvertrauen</li> <li>• Fähigkeit, komplexe Probleme zu erkennen, das Wesentliche der Probleme abstrakt zusammenzufassen und mathematisch zu formulieren</li> <li>• Fähigkeit, mathematische Argumente und deren Schlussfolgerungen klar und exakt vorzutragen</li> <li>• Fähigkeiten in Zeitmanagement und Organisation</li> </ul>			
<b>Qualifikationsziel</b>			
Die Studierenden lernen, sich selbständig in ein mathematisches Thema einzuarbeiten, die wesentlichen Probleme zu erkennen, geeignete Methoden zu ihrer Lösung zu finden und die Ergebnisse mathematisch klar und strukturiert zu formulieren und aufzuschreiben.			
<b>Literatur</b>			
wird gesondert bekannt gegeben			



<b>ZUGEHÖRIGE LEHRVERANSTALTUNGEN</b>			
<b>Belegungslogik bei der Wahl von Lehrveranstaltungen</b>			
Das Modul besteht aus der Bachelorarbeit und dem Spezialisierungsseminar.			
Im fünften Semester ist ein Spezialisierungsseminar zur Einarbeitung in das Thema der Bachelorarbeit zu besuchen. Dies wird im Prinzip von allen Hochschullehrern der Mathematik angeboten. Die Studierenden können hier nach eigenen Interessen im Laufe ihres vierten Semesters einen Hochschullehrer ansprechen, mit der Bitte für sie ein Spezialisierungsseminar anzubieten. Im sechsten Semester ist dann die Bachelorarbeit zu schreiben.			
<b>Anwesenheitspflicht</b>			
<b>Titel der Veranstaltung</b>	<b>SWS</b>	<b>Art LVA</b>	<b>Sprache</b>

