

# Modulhandbuch

## M.Sc. Mathematik

FernUniversität in Hagen  
Fakultät für Mathematik und Informatik

Stand:  
20.01.2025

# Inhaltsverzeichnis

<b>Basismodule</b>	3
<b>Spezialisierungsmodule: Angewandte Algebra und Diskrete Mathematik (AD)</b>	27
<b>Spezialisierungsmodule: Analysis und Numerische Mathematik (AN)</b>	36
<b>Spezialisierungsmodule: Stochastik und Mathematische Physik (SP)</b>	41
<b>Mathematische Praktika</b>	44
<b>Masterseminare</b>	48
<b>Abschlussmodul</b>	58
<i>Detailliertes Inhaltsverzeichnis</i>	60

# Basismodule

Modulverantwortliche/r	Dr. Silke Hartlieb				
	<table border="0"> <tr> <td>Dauer des Moduls ein Semester</td> <td>ECTS 10</td> <td>Workload 300 Stunden</td> <td>Häufigkeit in jedem Wintersemester</td> </tr> </table>	Dauer des Moduls ein Semester	ECTS 10	Workload 300 Stunden	Häufigkeit in jedem Wintersemester
Dauer des Moduls ein Semester	ECTS 10	Workload 300 Stunden	Häufigkeit in jedem Wintersemester		
Lehrveranstaltung(en)	Mathematische Grundlagen der Kryptografie				
Detaillierter Zeitaufwand	<p>Bearbeiten der Lektionen (7 mal 25 Stunden): 175 Stunden  Einüben des Stoffes (z.B. durch Einsendeaufgaben): 75 Stunden  Wiederholung und Prüfungsvorbereitung (u.a. Online-Tutorien): 50 Stunden</p>				
Qualifikationsziele	Die Studierenden lernen klassische und aktuelle Verfahren der Kryptografie kennen und verstehen die mathematischen Hintergründe dieser Verfahren. Sie kennen die für den Bereich IT-Sicherheit wichtigsten Inhalte der Algebra und Elementaren Zahlentheorie und wissen, wie diese mathematischen Grundlagen in das Design von Kryptosystemen und in die Kryptoanalyse einfließen.				
Inhalte	<p>Die Kryptografie ist die Lehre von den Geheimschriften. Während diese bis vor wenigen Jahren eine Domäne des Militärs und der Diplomatie war, hält sie nun im Zuge der elektronischen Datenverarbeitung und Kommunikation mehr und mehr Einzug ins tägliche Leben. Neben der Aufgabe, Inhalte von Nachrichten vor der Nutzung von Unbefugten zu schützen, sind noch andere Aufgaben hinzugekommen, wie etwa sicherzustellen, dass eine Nachricht im Zuge der Übermittlung nicht geändert wurde, oder dass sie wirklich von dem angegebenen Absender stammt. In der Lehrveranstaltung werden zunächst klassische symmetrische Verfahren der Kryptografie vorgestellt. Im Zentrum stehen jedoch Public Key Verfahren, die hauptsächlich auf algebraischen und zahlentheoretischen Grundlagen basieren. Zu nennen sind elementare Gruppen- und Ringtheorie, Theorie endlicher Körper, Theorie ganzzahliger Gitter sowie modulare Arithmetik, Theorie elliptischer Kurven und Primzahltests. Diese Grundlagen werden bereitgestellt, und es wird gezeigt, wie sie in moderne Kryptosysteme einfließen und in der Kryptoanalyse eingesetzt werden.</p> <p>Die genauen Inhalte sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen der Algebra (Gruppen, Ringe, (endliche) Körper, elliptische Kurven)</li> <li>- Grundlagen der Elementaren Zahlentheorie</li> <li>- Asymmetrische Kryptosysteme (RSA-, Massey-Omura-, Diffie-Hellman-, ElGamal-, Kryptosystem, Kryptosysteme über elliptischen Kurven),</li> <li>- Primzahltests</li> <li>- Komplexität</li> <li>- Gitter (Basen, LLL-Algorithmus, Knapsack-Kryptosystem)</li> </ul>				
Inhaltliche Voraussetzung	Gute Kenntnisse des Moduls 61112 "Lineare Algebra" und des Moduls 61211 "Analysis". Die geforderten Voraussetzungen gehen über das hinaus, was in einem Studium der Informatik an Mathematikkenntnissen vermittelt wird.				
Lehr- und Betreuungsformen	<p>Lehrveranstaltungsmaterial</p> <p>internetgestütztes Diskussionsforum</p> <p>Lehrvideos</p> <p>Einsendeaufgaben mit Korrektur und/oder Musterlösung</p> <p>Betreuung und Beratung durch Lehrende</p> <p>Zusatzmaterial</p> <p>Online-Tutorium</p>				
Anmerkung	-				
Formale Voraussetzung	keine				

Vertiefungsrichtung      Angewandte Algebra und Diskrete Mathematik (AD)

Verwendung des Moduls    B.Sc. Mathematik  
                                    B.Sc. Mathematisch-technische Softwareentwicklung  
                                    M.Sc. Data Science  
                                    M.Sc. Informatik  
                                    M.Sc. Mathematik  
                                    M.Sc. Praktische Informatik

<b>Prüfungsformen</b>		Art der Prüfungsleistung	Voraussetzung
Prüfung		benotete mündliche Prüfung (ca. 25	keine
Stellenwert der Note	1/12	Minuten)	

61116

## Algebra

Modulverantwortliche/r Jun.-Prof. Dr. Steffen Kionke

Dauer des Moduls  
ein Semester

ECTS  
10

Workload  
300 Stunden

Häufigkeit  
in jedem Sommersemester

Lehrveranstaltung(en) Algebra

Detaillierter Zeitaufwand Bearbeitung der sieben Lektionen: 154 Stunden (7 x 22 Stunden)  
Einüben des Stoffes (z.B. durch Einsendeaufgaben): 98 Stunden (7 x 14 Stunden)  
Wiederholung und Prüfungsvorbereitung (u.a. Studientag): 48 Stunden

Qualifikationsziele Die Studierenden kennen die grundlegenden Ergebnisse der Algebra und beherrschen algebraische Beweismethoden. Sie sind vertraut mit den Konzepten der elementaren Gruppentheorie und kennen verschiedene Beispiele endlicher Gruppen. Sie können die Isomorphiesätze und die Sylow-Sätze anwenden. Sie kennen die grundlegenden Begriffe der Ringtheorie. Sie haben ein gutes Verständnis von Körpererweiterungen und sind sicher im Umgang mit den Begriffen: algebraisch, transzendent, separabel, Zerfällungskörper. Sie beherrschen den Hauptsatz der Galois-Theorie und können Anwendungen der Galois-Theorie erläutern.

Inhalte Im Zentrum stehen die folgenden Inhalte:  
- Grundlagen der Gruppentheorie (Isomorphiesätze, Sylow-Sätze, Auflösbarkeit, Dieder-Gruppen, Einfachheit der alternierenden Gruppen, Klassifikation der endlichen abelschen Gruppen)  
- Grundlagen der Ringtheorie (Ideale, Isomorphiesätze, Polynomringe)  
- Theorie der Körpererweiterungen (Algebraizität, Transzendenz, Separabilität, Zerfällungskörper, Norm und Spur)  
- Galois-Theorie und Ihre Anwendungen (Hauptsatz der Galois-Theorie, Auflösbarkeit polynomieller Gleichungen durch Radikale, endliche Körper)

Inhaltliche Voraussetzung Der Inhalt der Module 61111 "Mathematische Grundlagen" und 61112 "Lineare Algebra" wird vorausgesetzt.

Lehr- und Betreuungsformen Lehrveranstaltungsmaterial  
Einsendeaufgaben mit Korrektur und/oder Musterlösung  
internetgestütztes Diskussionsforum  
Studientag/e  
Betreuung und Beratung durch Lehrende  
Online-Tutorium

Anmerkung -

Formale Voraussetzung keine

Vertiefungsrichtung Angewandte Algebra und Diskrete Mathematik (AD)

Verwendung des Moduls B.Sc. Mathematik  
B.Sc. Mathematisch-technische Softwareentwicklung  
M.Sc. Data Science  
M.Sc. Mathematik

## Prüfungsformen

	Art der Prüfungsleistung	Voraussetzung
Prüfung	benotete mündliche Prüfung (ca. 25 Minuten)	keine
Stellenwert der Note	1/12	

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Delio Mugnolo

Dauer des Moduls  
ein Semester

ECTS  
10

Workload  
300 Stunden

Häufigkeit  
in jedem Wintersemester

Lehrveranstaltung(en) Funktionalanalysis

Detaillierter Zeitaufwand Bearbeiten der Lektionen (7 mal 20 Stunden): 140 Stunden  
Einüben des Stoffes (insbesondere durch Einsendeaufgaben (7 mal 15 Stunden): 105 Stunden  
Wiederholung und Prüfungsvorbereitung (Studentag und Selbststudium): 55 Stunden

Qualifikationsziele Die Studierenden kennen grundlegende Methoden der Funktionalanalysis und können sie anwenden.

Inhalte Die Funktionalanalysis hat sich zur Grundlagenwissenschaft von großen Bereichen der Mathematik entwickelt und findet Anwendung in vielen Gebieten innerhalb und außerhalb der Mathematik. Ziel dieser Lehrveranstaltung ist, eine Einführung in das große Gebiet der Funktionalanalysis zu geben. Folgende Stichworte, die gleichzeitig Titel der Lektionen sind, umreißen den Inhalt der Lehrveranstaltung:

- Metrische Räume
- Normierte Räume
- Lineare Operatoren
- Funktionale und schwache Konvergenz
- Lebesgue- und Sobolevräume
- Hilberträume
- Spektraltheorie

Inhaltliche Voraussetzung Modul 61211 "Analysis"

Lehr- und Betreuungsformen Lehrveranstaltungsmaterial  
Einsendeaufgaben mit Korrektur und/oder Musterlösung  
internetgestütztes Diskussionsforum  
Studentag/e

Anmerkung Lektionstext in englischer Sprache!  
Früherer Titel: Funktionalanalysis I

Formale Voraussetzung keine

Vertiefungsrichtung Stochastik und Mathematische Physik (SP)  
Analysis und Numerische Mathematik (AN)

Verwendung des Moduls B.Sc. Mathematik  
B.Sc. Mathematisch-technische Softwareentwicklung  
M.Sc. Data Science  
M.Sc. Mathematik



## Prüfungsformen

Prüfung

Stellenwert  
der Note 1/12

Art der Prüfungsleistung

benotete mündliche Prüfung (ca. 25  
Minuten)

Voraussetzung

keine

61216

## Funktionentheorie

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Delio Mugnolo

Dauer des Moduls  
ein SemesterECTS  
10Workload  
300 StundenHäufigkeit  
in jedem Sommersemester

Lehrveranstaltung(en) Funktionentheorie

Detaillierter Zeitaufwand Bearbeiten der Lektionen (7 mal 20 Stunden): 140 Stunden  
Einüben des Stoffes (insbesondere durch Einsendeaufgaben) (7 mal 15 Stunden):  
105 Stunden

Wiederholung und Prüfungsvorbereitung (Studientag und Selbststudium): 55 Stunden

Qualifikationsziele

Die Studierenden kennen die Grundzüge der komplexen Analysis und können sie in anderen Zusammenhängen (z.B. bei gewöhnlichen und partiellen Differentialgleichungen sowie bei konformen Abbildungen) anwenden. Zusätzlich haben sie eine neue Sicht auf Ergebnisse der reellen Analysis, die zu einem tieferen Verständnis führt.

Inhalte

Die Menge der komplexen Zahlen als Körper und als metrischer Raum;  
Komplexe Funktionen: Stetigkeit, (komplexe) Differenzierbarkeit, Kurvenintegrale;  
Integralsatz und -formel von Cauchy, Fundamentalsätze über holomorphe Funktionen;  
Isolierte Singularitäten, Laurentreihen, Residuensatz; Anwendungen

Inhaltliche  
Voraussetzung

Modul 61211 "Analysis"

Lehr- und  
Betreuungsformen

Lehrveranstaltungsmaterial  
Einsendeaufgaben mit Korrektur und/oder Musterlösung  
internetgestütztes Diskussionsforum  
Studientag/e

Anmerkung

Früherer Titel: Funktionentheorie I

Formale Voraussetzung

keine

Vertiefungsrichtung

Analysis und Numerische Mathematik (AN)

Verwendung des Moduls

B.Sc. Mathematik  
B.Sc. Mathematisch-technische Softwareentwicklung  
M.Sc. Mathematik

**Prüfungsformen**

Art der Prüfungsleistung

Voraussetzung

Prüfung

benotete mündliche Prüfung (ca. 25  
Minuten)

keine

Stellenwert  
der Note

1/12

# 61217 Topologische Räume

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Delio Mugnolo

Dauer des Moduls  
ein Semester

ECTS  
10

Workload  
300 Stunden

Häufigkeit  
in jedem Sommersemester

Lehrveranstaltung(en) Topologische Räume

Detaillierter Zeitaufwand Bearbeiten der Lektionen (8 mal 20 Stunden): 160 Stunden  
Einüben des Stoffes (z.B. durch Einsendeaufgaben): 80 Stunden  
Wiederholung und Prüfungsvorbereitung (u.a. Studientag): 60 Stunden

Qualifikationsziele Die Studierenden sollen ihre Kenntnisse über grundlegende Begriffe und Ergebnisse der Analysis vertiefen und sich mit zentralen topologischen Fragestellungen und Methoden vertraut machen. Außerdem erarbeiten sich die Studierenden durch die Untersuchung komplizierter topologischer Räume wichtige Grundlagen zur erfolgreichen Bearbeitung anderer Module wie z.B. "Funktionalanalysis".

Inhalte

- Topologische Strukturen
- Beispiele von topologischen Räumen
- Konvergenzbegriffe in topologischen Räumen
- Stetige Abbildungen
- Fundamentalkonstruktionen
- Trennungssaxiome
- Zusammenhangseigenschaften
- Kompaktheitseigenschaften

Inhaltliche Voraussetzung Module 61111 "Mathematische Grundlagen" und 61211 "Analysis" (oder deren Inhalte)

Lehr- und Betreuungsformen Lehrveranstaltungsmaterial  
Einsendeaufgaben mit Korrektur und/oder Musterlösung  
internetgestütztes Diskussionsforum  
Betreuung und Beratung durch Lehrende

Anmerkung Das Modul 61217 Topologische Räume ist im Sommersemester 2025 nicht belegbar. Eine Prüfungsteilnahme ist weiterhin möglich.

Formale Voraussetzung keine

Vertiefungsrichtung Analysis und Numerische Mathematik (AN)

Verwendung des Moduls B.Sc. Mathematik  
B.Sc. Mathematisch-technische Softwareentwicklung  
M.Sc. Mathematik

**Prüfungsformen** Art der Prüfungsleistung Voraussetzung

Prüfung Stellenwert der Note 1/12 benotete mündliche Prüfung (ca. 25 Minuten) keine

# 61218 Partielle Differentialgleichungen

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Delio Mugnolo			
	Dauer des Moduls ein Semester	ECTS 10	Workload 300 Stunden	Häufigkeit in jedem Sommersemester
Lehrveranstaltung(en)	Partielle Differentialgleichungen			
Detaillierter Zeitaufwand	Bearbeiten der Lektionen (7 mal 20 Stunden): 140 Stunden Einüben des Stoffes (insbesondere durch Einsendeaufgaben) (7 mal 15 Stunden): 105 Stunden Wiederholung und Prüfungsvorbereitung (Studientag und Selbststudium): 55 Stunden			
Qualifikationsziele	Die Studierenden lernen die zentrale Rolle von partiellen Differentialgleichungen in den Anwendungen und innerhalb der Mathematik selbst kennen und machen sich dabei mit fortgeschrittenen analytischen, geometrischen und funktionalanalytischen Begriffen und Methoden vertraut. Sie kennen die wichtigsten Typen von linearen partiellen Differentialgleichungen, ihre grundlegenden Eigenarten, typische Fragestellungen und klassische Techniken für ihre Behandlung.			
Inhalte	Gleichungen der mathematischen Physik, insbesondere Transport-, Wellen-, Poisson-, Wärmeleitungsgleichungen; Rand- und Anfangsbedingungen; Charakteristiken; Greensche Funktionen und Faltungen; Integralformen und schwache Lösungen; der Spektralsatz und Funktionalkalkül; Operatorhalbgruppen im Banach- oder Hilbertraum; Punktsymmetrien und der Satz von Noether; Fixpunktsätze und nichtlineare Gleichungen.			
Inhaltliche Voraussetzung	Modul 61211 "Analysis" und Modul 61213 "Funktionalanalysis"			
Lehr- und Betreuungsformen	Lehrveranstaltungsmaterial Einsendeaufgaben mit Korrektur und/oder Musterlösung internetgestütztes Diskussionsforum Studientag/e			
Anmerkung	Früherer Titel: Partielle Differentialgleichungen I			
Formale Voraussetzung	keine			
Vertiefungsrichtung	Stochastik und Mathematische Physik (SP) Analysis und Numerische Mathematik (AN)			
Verwendung des Moduls	B.Sc. Mathematik B.Sc. Mathematisch-technische Softwareentwicklung M.Sc. Data Science M.Sc. Mathematik			
<b>Prüfungsformen</b>	<b>Art der Prüfungsleistung</b>	<b>Voraussetzung</b>		
Prüfung	benotete mündliche Prüfung (ca. 25 Minuten)	keine		
Stellenwert der Note	1/12			

61316

## Parametrische Statistik

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Wolfgang Spitzer

Dauer des Moduls  
ein SemesterECTS  
10Workload  
300 StundenHäufigkeit  
in jedem Semester

Lehrveranstaltung(en) Parametrische Statistik

Detaillierter Zeitaufwand Bearbeiten der Lektionen: 150 Stunden  
Einüben des Stoffes: 150 Stunden

Qualifikationsziele Aufbauend auf den Inhalten der Lehrveranstaltungen "Einführung in die Stochastik" und "Maß- und Integrationstheorie" ist diese Lehrveranstaltung eine Vertiefung in die mathematische Statistik mit dem Ziel, die erlernten Begriffe und Theorien in praktischen Aufgaben anwenden zu können. Schwerpunkte sind die Schätz- und Testtheorie. Eine Lektion gibt eine Einführung in die Statistiksoftware R, die in dieser Veranstaltung verwendet und empfohlen wird.

Inhalte Kap. 1: Beschreibende Statistik und Mathematische Statistik  
Kap. 2: Normalverteilungsmodelle  
Kap. 3: Dominierte Verteilungsfamilien und Maximum-Likelihood-Schätzer  
Kap. 4: Einseitige Tests in einparametrischen Verteilungsfamilien mit isotonen Dichtequotienten  
Kap. 5: Einparametrische exponentielle Verteilungsfamilien und zweiseitige Tests  
Kap. 6: Schätzbereiche und Punktschätzungen  
Kap. 7: Spezielle Testprobleme  
Kap. 8: Einführung in die Statistiksoftware R

Inhaltliche Voraussetzung Module 61311 "Einführung in die Stochastik" und 61611 "Maß- und Integrationstheorie"

Lehr- und Betreuungsformen Lehrveranstaltungsmaterial  
internetgestütztes Diskussionsforum  
Betreuung und Beratung durch Lehrende  
Lehrvideos

Anmerkung -

Formale Voraussetzung keine

Vertiefungsrichtung Stochastik und Mathematische Physik (SP)

Verwendung des Moduls B.Sc. Mathematik  
B.Sc. Mathematisch-technische Softwareentwicklung  
M.Sc. Data Science  
M.Sc. Mathematik

**Prüfungsformen** Art der Prüfungsleistung Voraussetzung

Prüfung benotete mündliche Prüfung (ca. 25 keine

Stellenwert 1/12  
der Note

Minuten)

61317

## Spektraltheorie linearer Operatoren auf Hilbert-Räumen

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Wolfgang Spitzer

Dauer des Moduls  
ein SemesterECTS  
10Workload  
300 StundenHäufigkeit  
in jedem Sommersemester

Lehrveranstaltung(en) Spektraltheorie linearer Operatoren auf Hilbert-Räumen

Detaillierter Zeitaufwand Bearbeiten der Lektionen (7 mal 20 Stunden): 140 Stunden  
Einüben des Stoffes (insbesondere durch Einsendeaufgaben; 7 mal 15 Stunden):  
105 Stunden

Wiederholung und Prüfungsvorbereitung (Studenttag und Selbststudium): 55 Stunden

Qualifikationsziele Die Studierenden kennen lineare Operatoren auf Banach- und Hilbert-Räumen und den Spektralkalkül für beschränkte, selbstadjungierte Operatoren im Hilbertraum und können das Erlernete auf Operatoren in der Mathematischen Physik anwenden.

Inhalte Lineare Operatoren auf Banach- und Hilbert-Räumen  
Spektralsatz,  
Störungstheorie,  
Schatten-von-Neumann-Klassen  
Jacobi-Matrizen

Inhaltliche Voraussetzung Module 61112 "Lineare Algebra", 61211 "Analysis" und 61611 "Maß- und Integrationstheorie"

Lehr- und Betreuungsformen Lehrveranstaltungsmaterial  
Einsendeaufgaben mit Korrektur und/oder Musterlösung  
Studenttag/e  
Lehrvideos  
Betreuung und Beratung durch Lehrende

Anmerkung -

Formale Voraussetzung keine

Vertiefungsrichtung

Verwendung des Moduls B.Sc. Mathematik  
B.Sc. Mathematisch-technische Softwareentwicklung  
M.Sc. Mathematik

**Prüfungsformen** Art der Prüfungsleistung Voraussetzung

Prüfung benotete mündliche Prüfung (ca. 25 Minuten) keine

Stellenwert der Note 1/12

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Winfried Hochstättler

Dauer des Moduls  
ein Semester

ECTS  
10

Workload  
300 Stunden

Häufigkeit  
in jedem Wintersemester

Lehrveranstaltung(en) Diskrete Mathematik

Detaillierter Zeitaufwand Bearbeiten der Lektionen (7 mal 20 Stunden): 140 Stunden  
Einüben des Stoffes (insbesondere durch Einsendeaufgaben (7 mal 15 Stunden): 105 Stunden  
Wiederholung und Prüfungsvorbereitung (Studientag und Selbststudium): 55 Stunden

Qualifikationsziele Die Studierenden kennen die Grundlagen der Kombinatorik des Abzählens, beherrschen das Prinzip der Inversion und die Methoden der erzeugenden Funktionen. Sie kennen Grundlagen der Graphentheorie und projektiven Geometrie und können die unterschiedlichen Gebiete miteinander in Verbindung setzen.

Inhalte Diskrete Mathematik beschäftigt sich vor allem mit endlichen, höchstens abzählbar unendlichen Mengen. Sie ist ein recht junges Gebiet, das durch die Entwicklung der Computer stark befördert wurde. Einen einheitlichen Kanon einer Lehrveranstaltung Diskrete Mathematik gibt es nicht. Das mag daran liegen, dass es mehr um konkrete Probleme, die sich mit geringen Vorbereitungen formulieren lassen, als um die Entwicklung einer ausgefeilten Theorie geht.

Im Laufe der Lehrveranstaltung werden wir uns mit verschiedenen Objekten beschäftigen, diese zählen und miteinander in Verbindung bringen. Diese Objekte stammen aus der Graphentheorie, Zähltheorie, projektiven Geometrie, sind Designs, Färbungen oder Codes. Dabei werden Ansätze aus der Geometrie, Algebra aber auch aus der Analysis verwendet. Darüber hinaus werden Anwendungen unter anderem in der Codierung, im Schaltungsdesign oder in der Komplexitätsanalyse betrachtet. Als Basistext benutzen wir ausgewählte Kapitel des Buches „A course in combinatorics“ von J.H. van Lint und R.M. Wilson (2. Auflage). Themen werden in etwa sein:

- Systeme verschiedener Repräsentanten
- Der Satz von Dilworth und extremale Mengentheorie
- Das Prinzip der Inklusion und Exklusion; Inversionsformeln
- Permanenten
- Elementare Abzählprobleme; Stirling Zahlen
- Rekursionen und erzeugende Funktionen
- Partitionen
- $(0,1)$ -Matrizen
- Lateinische Quadrate
- Hadamard Matrizen, Reed-Muller Codes
- Designs
- Stark reguläre Graphen und Teilgeometrien
- Projektive und kombinatorische Geometrien

In einer Lehrveranstaltung über Diskrete Mathematik, kann die Bedeutung der Übungen nicht hoch genug eingeschätzt werden. Die Fähigkeit zur Lösung konkreter Probleme, oft mit ad-hoc Methoden, kann nur durch Übung erlernt werden.

Inhaltliche  
Voraussetzung

Module 61111 "Mathematische Grundlagen", 61112 "Lineare Algebra", 61211 "Analysis" (oder deren Inhalte)

Lehr- und Betreuungsformen	internetgestütztes Diskussionsforum Studientag/e Zusatzmaterial Einsendeaufgaben mit Korrektur und/oder Musterlösung Lehrveranstaltungsmaterial	
Anmerkung	Der Basistext muss vor Semesterbeginn beschafft werden. Basistext: J. H. van Lint und R. M. Wilson: A course in combinatorics, 2. Auflage, Cambridge University Press 2001	
Formale Voraussetzung	keine	
Vertiefungsrichtung	Angewandte Algebra und Diskrete Mathematik (AD)	
Verwendung des Moduls	B.Sc. Mathematik B.Sc. Mathematisch-technische Softwareentwicklung M.Sc. Data Science M.Sc. Mathematik	
<b>Prüfungsformen</b>	<b>Art der Prüfungsleistung</b>	<b>Voraussetzung</b>
Prüfung Stellenwert der Note	1/12 benotete mündliche Prüfung (ca. 25 Minuten)	keine



61415

## Nichtlineare Optimierung

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Winfried Hochstättler

Dauer des Moduls  
ein SemesterECTS  
10Workload  
300 StundenHäufigkeit  
in jedem Wintersemester

Lehrveranstaltung(en) Einführung in die nichtlineare Optimierung

Detaillierter Zeitaufwand Bearbeiten der Lektionen (7 mal 20 Stunden): 140 Stunden  
Einüben des Stoffes (insbesondere durch Einsendeaufgaben) (7 mal 15 Stunden): 105 Stunden  
Wiederholung und Prüfungsvorbereitung (Studientag und Selbststudium): 55 Stunden

Qualifikationsziele Die Studierenden kennen beispielhafte Anwendungsszenarien nichtlinearer Optimierung. Sie beherrschen die grundlegenden Eigenschaften konvexer Funktionen, notwendige und hinreichende Bedingungen für lokale Extremwerte, sowohl im unrestringierten als auch im restringierten Fall. Sie verstehen Schrittweitenregeln und verschiedene Suchrichtungen, spezielle Verfahren wie Quasi-Newton- oder Trust-Region-Methoden, sowie die zugehörigen Konvergenzbeweise. Für unrestringierte Probleme können sie Penalty- und Barriereverfahren sowie lokale SQP-Methoden anwenden.

Inhalte Grundlagen konvexer Funktionen  
Schrittweitenregeln  
Gradientenverfahren, Verfahren der konjugierten Richtungen  
Newton-Verfahren, Quasi-Newton-Verfahren  
Trust-Region-Verfahren  
Grundlagen der restringierten Optimierung  
Quadratic Programming  
Penalty- und Barriereverfahren  
Lokales SQP

Inhaltliche Voraussetzung Module 61112 "Lineare Algebra", 61211 "Analysis" und 61511 "Numerische Mathematik I" oder deren Inhalte

Lehr- und Betreuungsformen Lehrveranstaltungsmaterial  
internetgestütztes Diskussionsforum  
Einsendeaufgaben mit Korrektur und/oder Musterlösung  
Zusatzmaterial  
Studientag/e

Anmerkung -

Formale Voraussetzung keine

Vertiefungsrichtung Angewandte Algebra und Diskrete Mathematik (AD)

Verwendung des Moduls B.Sc. Mathematik  
B.Sc. Mathematisch-technische Softwareentwicklung  
M.Sc. Data Science  
M.Sc. Mathematik

## Prüfungsformen

	Art der Prüfungsleistung	Voraussetzung
Prüfung	benotete mündliche Prüfung (ca. 25 Minuten)	keine
Stellenwert der Note	1/12	

61417

## Graphentheorie

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Winfried Hochstättler

Dauer des Moduls  
ein SemesterECTS  
10Workload  
300 StundenHäufigkeit  
in jedem Wintersemester

Lehrveranstaltung(en) Graphentheorie

Detaillierter Zeitaufwand Bearbeiten der Lektionen (7 mal 20 Stunden): 140 Stunden  
Einüben des Stoffes (insbesondere durch Einsendeaufgaben (7 mal 15 Stunden): 105 Stunden  
Wiederholung und Prüfungsvorbereitung (Studientag und Selbststudium): 55 Stunden

Qualifikationsziele Die Studierenden sollen sowohl Verständnis für die Grundlagen der Graphentheorie mit ihren verschiedenen Fragestellungen und Methoden bis hin zu deren Umsetzung als Graphenalgorithmien entwickeln als auch die grundlegenden Techniken der Graphentheorie beherrschen.

Inhalte Grundbegriffe der Graphentheorie: Graphen, Digraphen, Adjazenz(matrix), Inzidenz(matrix), Knotengrade, Teil(di-)graphen; Zusammenhang, Bäume, Matrix-Tree-Theorem, Quell- und Senkbäume; Eulertouren und Hamiltonkreise in Graphen bzw. Digraphen; Zyklenraum und Schnittraum; Planare Graphen, Satz von Kuratowski; Flüsse in Netzwerken und die Mengerschen Sätze; unabhängige und bedeckte Kantenmengen in bipartiten und allgemeinen Graphen; Knoten und Kantenfärbungen, das chromatische Polynom und der Fünf-Farben-Satz

Inhaltliche Voraussetzung Module 61111 "Mathematische Grundlagen" und 61112 "Lineare Algebra" (oder deren Inhalt)

Lehr- und Betreuungsformen Lehrveranstaltungsmaterial  
internetgestütztes Diskussionsforum  
Studientag/e  
Einsendeaufgaben mit Korrektur und/oder Musterlösung

Anmerkung -

Formale Voraussetzung keine

Vertiefungsrichtung Angewandte Algebra und Diskrete Mathematik (AD)

Verwendung des Moduls B.Sc. Mathematik  
B.Sc. Mathematisch-technische Softwareentwicklung  
M.Sc. Mathematik

**Prüfungsformen** Art der Prüfungsleistung Voraussetzung

Prüfung benotete mündliche Prüfung (ca. 25 Minuten) keine

Stellenwert 1/12  
der Note

61512

## Numerische Mathematik II

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Torsten O. Linß

Dauer des Moduls  
ein Semester

ECTS  
10

Workload  
300 Stunden

Häufigkeit  
in jedem Wintersemester

Lehrveranstaltung(en) Numerische Mathematik II

Detaillierter Zeitaufwand Bearbeiten der Lektionen (7 mal 20 Stunden): 140 Stunden  
Einüben des Stoffes (insbesondere durch Einsendeaufgaben) (7 mal 15 Stunden): 105 Stunden  
Wiederholung und Prüfungsvorbereitung: 55 Stunden

Qualifikationsziele

- Fähigkeit zur mathematischen Beschreibung von Problemen,
- Kenntnisse weiterer numerischer Methoden zum exakten und näherungsweise Lösen dieser Probleme,
- Bewertung der Algorithmen in Bezug auf Genauigkeit, Komplexität und Effizienz,
- die zahlreichen Querverbindungen zu anderen mathematischen Gebieten erkennen und nutzen,
- erweitertes Basiswissen für andere Veranstaltungen aus dem Bereich der angewandten Mathematik erwerben,
- Fähigkeit zur Analyse numerischer Verfahren.

Inhalte Orthogonalzerlegung und Singulärwertzerlegung, Methoden zur Lösung von Eigenwertproblemen bei Matrizen, Diskretisierung von Randwertproblemen und Anfangswertproblemen.

Inhaltliche Voraussetzung Modul 61511 "Numerische Mathematik I" (oder dessen Inhalt)

Lehr- und Betreuungsformen Lehrveranstaltungsmaterial  
Einsendeaufgaben mit Korrektur und/oder Musterlösung  
internetgestütztes Diskussionsforum  
Betreuung und Beratung durch Lehrende

Anmerkung -

Formale Voraussetzung keine

Vertiefungsrichtung Analysis und Numerische Mathematik (AN)

Verwendung des Moduls B.Sc. Mathematik  
B.Sc. Mathematisch-technische Softwareentwicklung  
M.Sc. Mathematik

**Prüfungsformen** Art der Prüfungsleistung Voraussetzung

Prüfung benotete mündliche Prüfung (ca. 25 Minuten) keine  
Stellenwert der Note 1/12

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Michael-Ralf Skrzipek				
	<table border="0"> <tr> <td>Dauer des Moduls ein Semester</td> <td>ECTS 10</td> <td>Workload 300 Stunden</td> <td>Häufigkeit in jedem Wintersemester</td> </tr> </table>	Dauer des Moduls ein Semester	ECTS 10	Workload 300 Stunden	Häufigkeit in jedem Wintersemester
Dauer des Moduls ein Semester	ECTS 10	Workload 300 Stunden	Häufigkeit in jedem Wintersemester		
Lehrveranstaltung(en)	Mathematische Grundlagen von Multimedia				
Detaillierter Zeitaufwand	<p>Bearbeiten der Lektionen (7 mal 20 Stunden): 140 Stunden          Einüben des Stoffes, insbesondere durch Einsendeaufgaben (7 mal 15 Stunden): 105 Stunden          Wiederholung u. Prüfungsvorbereitung: 55 Stunden</p>				
Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fähigkeit zur Beschreibung verschiedener Fragestellungen im multimedialen Kontext.</li> <li>- Umformulieren von Fragestellungen, die von außerhalb des Kernbereichs der Mathematik stammen, in mathematische Modelle.</li> <li>- Analyse der Modelle und Entwickeln geeigneter Methoden um die Ausgangsfragestellungen zumindest approximativ lösen zu können.</li> <li>- Bewertung der Lösungsverfahren und Aufzeigen deren Grenzen im Hinblick auf die Ausgangsfragestellungen sowie eventuelles Modifizieren der Modelle um diese für spezielle Fragestellungen anzupassen.</li> <li>- Erwerb von erweitertem Basiswissen für andere Veranstaltungen aus dem Bereich der angewandten Mathematik und Übertragung der Modellierungs- und Lösungsansätze auf andere, ähnliche Fragestellungen.</li> </ul>				
Inhalte	<p>In der Lehrveranstaltung wird mathematische Modellbildung im Umfeld von Multimedia betrieben. Ausgehend von der Physiologie werden visuelle und Audio-Systeme betrachtet, die der Erzeugung, Verarbeitung, Speicherung und Übermittlung von Bild oder Ton dienen.</p> <p>Die Lehrveranstaltung hat folgenden Inhalt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Töne, Klänge, Geräusche</li> <li>- Periodizität von Fourier-Reihen</li> <li>- Nichtperiodische Vorgänge und die Fourier-Transformation</li> <li>- Trigonometrische Interpolation</li> <li>- Kardinale sinc-Interpolation und das Abtasttheorem</li> <li>- Digitalisierung analoger Signale</li> <li>- Periodische Vorgänge – Schwingungen und Wellen</li> <li>- Gedämpfte Schwingungen und Resonanz</li> <li>- Mathematik des Hörens</li> <li>- Mathematik des Sehens</li> <li>- Kodierung und Komprimierung</li> </ul>				
Inhaltliche Voraussetzung	Module 61211 "Analysis" und 61112 "Lineare Algebra" (oder deren Inhalte)				
Lehr- und Betreuungsformen	<p>internetgestütztes Diskussionsforum</p> <p>Lehrveranstaltungsmaterial</p> <p>Einsendeaufgaben mit Korrektur und/oder Musterlösung</p> <p>Betreuung und Beratung durch Lehrende</p> <p>Zusatzmaterial</p> <p>Lehrvideos</p>				
Anmerkung	Es wird als Selbsttest empfohlen, spätestens vor einer Prüfung die Einsendeaufgaben ohne Zuhilfenahme von Lösungshinweisen zu bearbeiten.				

Formale Voraussetzung	keine	
Vertiefungsrichtung	Analysis und Numerische Mathematik (AN)	
Verwendung des Moduls	B.Sc. Mathematik B.Sc. Mathematisch-technische Softwareentwicklung M.Sc. Mathematik	
<b>Prüfungsformen</b>	Art der Prüfungsleistung	Voraussetzung
Prüfung	benotete mündliche Prüfung (ca. 25	keine
Stellenwert der Note	1/12 Minuten)	

61612

## Wahrscheinlichkeitstheorie

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Sebastian Riedel

Dauer des Moduls  
ein Semester

ECTS  
10

Workload  
300 Stunden

Häufigkeit  
in jedem Sommersemester

Lehrveranstaltung(en) Wahrscheinlichkeitstheorie

Detaillierter Zeitaufwand Bearbeiten der Lektionen (7 mal 20 Stunden): 140 Stunden  
Einüben des Stoffes (insbesondere durch Einsendeaufgaben) (7 mal 15 Stunden): 105 Stunden  
Wiederholung und Prüfungsvorbereitung (Studentag und Selbststudium): 55 Stunden

Qualifikationsziele Die Studierenden kennen den axiomatischen Zugang zur Wahrscheinlichkeitstheorie und können die Methoden und Ergebnisse der Wahrscheinlichkeitstheorie auf praktische und theoretische Fragestellungen adäquat anwenden. Sie beherrschen das wahrscheinlichkeitstheoretische Handwerkszeug, das für Aufgabenstellungen etwa in der Finanzmathematik oder der Theoretischen Physik benötigt wird.

Inhalte

- Maßtheoretische Formulierung von Wahrscheinlichkeitsräumen und Zufallsvariablen
- Unabhängigkeit
- Konvergenz im p-ten Mittel
- Produkträume
- Terminale Ereignisse und 0-1-Gesetze
- Starkes Gesetz der großen Zahlen
- Zentraler Grenzwertsatz
- Bedingter Erwartungswert

Inhaltliche Voraussetzung Module 61611 "Maß- und Integrationstheorie" und 61311 "Einführung in die Stochastik" (oder deren Inhalte)

Lehr- und  
Betreuungsformen

Lehrveranstaltungsmaterial  
Einsendeaufgaben mit Korrektur und/oder Musterlösung  
internetgestütztes Diskussionsforum  
Online-Tutorium (englischsprachig)  
Betreuung und Beratung durch Lehrende  
Online-Tutorium

Anmerkung

-

Formale Voraussetzung keine

Vertiefungsrichtung Stochastik und Mathematische Physik (SP)

Verwendung des Moduls B.Sc. Mathematik  
B.Sc. Mathematisch-technische Softwareentwicklung  
M.Sc. Data Science  
M.Sc. Mathematik

## Prüfungsformen

	Art der Prüfungsleistung	Voraussetzung
Prüfung	benotete mündliche Prüfung (ca. 25 Minuten)	keine
Stellenwert der Note	1/12	



Modulverantwortliche/r Prof. Dr. André Schulz

Dauer des Moduls  
ein Semester

ECTS  
10

Workload  
300 Stunden

Häufigkeit  
in jedem Semester

Lehrveranstaltung(en) Grundlagen der Theoretischen Informatik

Detaillierter Zeitaufwand Die Lehrveranstaltung besteht aus 8 Lektionen.  
Bearbeitungszeit je Lektion (inkl. Übungs- und Einsendeaufgaben): 25 Stunden  
(insgesamt 200 Stunden).  
Hinzu kommen 100 Stunden für Studientage und Prüfungsvorbereitung.

Qualifikationsziele Nach Bearbeiten der Lehrveranstaltung können die Studierenden mit den wesentlichen Grundbegriffen (Berechenbarkeit, Entscheidbarkeit, Aufzählbarkeit) umgehen. Sie können mit formalen Sprachen arbeiten und diese wichtigen Klassen zuordnen (regulär, kontextfrei, entscheidbar). Sie kennen zudem Berechnungs- und Beschreibungsmodelle dieser Sprachklassen und können mit Komplexitätsmaßen umgehen, Probleme Komplexitätsklassen zuordnen und bei schwierigen Problemen einschätzen, ob sie NP-vollständig sind. Sie lernen, wie man zeigen kann, dass Probleme nicht berechenbar sind.

Inhalte Im ersten Lehrveranstaltungsteil wird mit Hilfe formaler Sprachen der Begriff der Berechenbarkeit entwickelt. Zunächst werden verschiedene Berechnungsmodelle vorgestellt, welche sich an der Chomsky-Hierarchie orientieren. Besonderes Augenmerk erfahren die regulären, kontextfreien und entscheidbaren Sprachen. Als Modelle werden der endliche Automat, der Kellerautomat und die Turingmaschine vorgestellt. Zudem wird auf das Konzept zur Beschreibung von Sprachen über Grammatiken vorgestellt. Dies führt zur Formulierung und Diskussion der Churchschen These.

Der zweite Lehrveranstaltungsteil widmet sich zuerst den nichtentscheidbaren Problemen. Hier werden wichtige Probleme, wie das Halteproblem, vorgestellt und wichtige Konsequenzen (Satz von Rice, Rekursionstheorem, Postsches Korrespondenzproblem) erläutert. Auch wird auf die Entscheidbarkeit von logischen Theorien eingegangen. In diesem Zusammenhang werden auch die Gödelschen Unvollständigkeitssätze diskutiert. Anschließend wird eine Einführung in die Komplexitätstheorie gegeben. In diesem Zusammenhang werden die Komplexitätsmaße Zeit und Speicherplatz eingeführt. Mit einer eingehenden Behandlung des P-vs-NP-Problems und der NP-Vollständigkeitstheorie schließt dieser Teil.

Inhaltliche Voraussetzung Elementare Begriffe und Methoden der Mathematik, wie sie in den einführenden Mathematikvorlesungen des Studiengangs verwendet werden.

Lehr- und Betreuungsformen Lehrveranstaltungsmaterial  
Einsendeaufgaben mit Korrektur und/oder Musterlösung  
internetgestütztes Diskussionsforum  
Studientag/e  
fachmentorielle Betreuung (Campusstandorte)  
Betreuung und Beratung durch Lehrende  
Zusatzmaterial  
Lehrvideos

Anmerkung -

Formale Voraussetzung	keine	
Vertiefungsrichtung	Angewandte Algebra und Diskrete Mathematik (AD)	
Verwendung des Moduls	B.Sc. Informatik B.Sc. Mathematik M.Sc. Mathematik	
<b>Prüfungsformen</b>	Art der Prüfungsleistung	Voraussetzung
Prüfung	benotete mündliche Prüfung (ca. 25	keine
Stellenwert der Note	1/12 Minuten)	

# Spezialisierungsmodule: Angewandte Algebra und Diskrete Mathematik (AD)

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. André Schulz

Dauer des Moduls  
ein Semester

ECTS  
10

Workload  
300 Stunden

Häufigkeit  
in jedem Sommersemester

Lehrveranstaltung(en) Effiziente Algorithmen

Detaillierter Zeitaufwand Bearbeiten der Lektionen: 210 Stunden  
Bearbeiten der Übungs- und Einsendeaufgaben: 56 Stunden  
Studientag u. Prüfungsvorbereitung: 34 Stunden

Qualifikationsziele Die Studierenden kennen Paradigmen zum Entwurf von effizienten Algorithmen. Mit Hilfe dieser Paradigmen sind sie in der Lage, effiziente Algorithmen für neue Probleme selbstständig zu finden. Des Weiteren sind ihnen wichtige Algorithmen aus den Gebieten Graphenalgorithmen, Algorithmen für Zeichenketten und Quantenalgorithmen bekannt. Ebenfalls ist es den Studierenden möglich, eine asymptotische theoretische Laufzeitabschätzung vorzunehmen. Die Studierenden kennen zudem Strategien zum Umgang mit NP-schweren Problemen.

Inhalte In der Lehrveranstaltung werden die Grundlagen für den Entwurf und die Analyse von effizienten Algorithmen in einem theoretischen Berechnungsmodell vermittelt. Wichtige Entwurfspadigmen werden dazu anhand von Beispielen erklärt. Für viele wichtige Probleme werden effiziente Algorithmen vorgestellt und analysiert. Der Fokus liegt hierbei auf Algorithmen für Zeichenketten, Algorithmen zum Finden von kürzesten Wegen und Algorithmen zur Berechnung von maximalen Flüssen. Ergänzt werden diese Themen durch Überlegungen zum Umgang mit NP-schweren Problemen. In der Lehrveranstaltung wird das theoretische Modell für Quantenalgorithmen vorgestellt. Es werden Phänomene wie Quantenteleportation und einfache Quantenalgorithmen erklärt.

Inhaltliche  
Voraussetzung -

Lehr- und  
Betreuungsformen Lehrveranstaltungsmaterial  
Einsendeaufgaben mit Korrektur und/oder Musterlösung  
internetgestütztes Diskussionsforum  
Studientag/e

Anmerkung -

Formale Voraussetzung keine

Vertiefungsrichtung

Verwendung des Moduls M.Sc. Data Science  
M.Sc. Informatik  
M.Sc. Mathematik  
M.Sc. Praktische Informatik  
M.Sc. Wirtschaftsinformatik

## Prüfungsformen

	Art der Prüfungsleistung	Voraussetzung
Prüfung	benotete mündliche Prüfung (ca. 25 Minuten)	keine
Stellenwert der Note	1/12	

61117

## Gruppentheorie

Modulverantwortliche/r	Jun.-Prof. Dr. Steffen Kionke				
	<table> <tr> <td>Dauer des Moduls ein Semester</td> <td>ECTS 10</td> <td>Workload 300 Stunden</td> <td>Häufigkeit in jedem Sommersemester</td> </tr> </table>	Dauer des Moduls ein Semester	ECTS 10	Workload 300 Stunden	Häufigkeit in jedem Sommersemester
Dauer des Moduls ein Semester	ECTS 10	Workload 300 Stunden	Häufigkeit in jedem Sommersemester		
Lehrveranstaltung(en)	Gruppentheorie				
Detaillierter Zeitaufwand	Bearbeitung der sieben Lektionen: 154 Stunden (7 mal 22 Stunden) Einüben des Stoffes (z. B. durch Einsendeaufgaben): 98 Stunden (7 mal 14 Stunden) Wiederholung und Prüfungsvorbereitung (u. a. Studientag): 48 Stunden				
Qualifikationsziele	Die Studierenden kennen grundlegende Konzepte der Gruppentheorie und sind in der Lage, die Struktureigenschaften von Gruppen anhand von algebraischen und geometrischen Begriffen zu beschreiben. Insbesondere können sie die Struktur von Gruppen mithilfe von Gruppenwirkungen auf Bäumen untersuchen. Sie sind mit klassischen Konstruktionen der Gruppentheorie vertraut und können diese anhand universeller Eigenschaften beschreiben. Sie kennen Beispiele verschiedener unendlicher Gruppen und kennen insbesondere die Eigenschaften der freien Gruppen. Sie können algebraische und geometrische Beweismethoden der Gruppentheorie erklären und anwenden.				
Inhalte	<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen der Gruppentheorie</li> <li>- Gruppenwirkungen</li> <li>- Direkte und semidirekte Produkte von Gruppen</li> <li>- Freie Gruppen und der Satz von Nielsen-Schreier</li> <li>- Präsentationen von Gruppen</li> <li>- Abelsche und auflösbare Gruppen</li> <li>- Freie amalgamierte Produkte und HNN-Erweiterungen</li> <li>- Grundlagen der Bass-Serre Theorie</li> <li>- Grundlagen der geometrischen Gruppentheorie</li> <li>- Hyperbolische Gruppen</li> </ul>				
Inhaltliche Voraussetzung	-				
Lehr- und Betreuungsformen	<p>Lehrvideos</p> <p>Lehrveranstaltungsmaterial</p> <p>Einsendeaufgaben mit Korrektur und/oder Musterlösung</p> <p>internetgestütztes Diskussionsforum</p> <p>Betreuung und Beratung durch Lehrende</p>				
Anmerkung	Kenntnisse aus dem Modul Algebra sind hilfreich, werden aber nicht vorausgesetzt.				
Formale Voraussetzung	keine				
Vertiefungsrichtung	Angewandte Algebra und Diskrete Mathematik (AD)				
Verwendung des Moduls	M.Sc. Mathematik				

## Prüfungsformen

	Art der Prüfungsleistung	Voraussetzung
Prüfung	benotete mündliche Prüfung (ca. 25 Minuten)	keine
Stellenwert der Note	1/12	

## 61414 Effiziente Graphenalgorithmen

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Winfried Hochstättler			
	Dauer des Moduls ein Semester	ECTS 10	Workload 300 Stunden	Häufigkeit in jedem Wintersemester
Lehrveranstaltung(en)	Kombinatorische Optimierung - Effiziente Graphenalgorithmen			
Detaillierter Zeitaufwand	Bearbeiten der Lektionen (7 mal 20 Stunden): 140 Stunden Einüben des Stoffes (insbesondere durch Einsendeaufgaben; 7 mal 15 Stunden): 105 Stunden Wiederholung und Prüfungsvorbereitung (Studentag und Selbststudium): 55 Stunden			
Qualifikationsziele	Die Studierenden kennen die Grundlagen der Graphentheorie und wesentliche Datenstrukturen zur Implementierung von Graphenalgorithmen. Sie können die Laufzeit von Algorithmen abschätzen und sind sich der Problematik P vs. NP bewusst. Sie beherrschen wesentliche Algorithmen zur Baumsuche, minimalen aufspannenden Bäumen, kürzesten Wegen, maximalen Flüssen und Matchings inklusive Laufzeitanalyse und Korrektheitsbeweisen. Sie wissen was primale, duale und primal-duale Verfahren sind.			
Inhalte	Graphen und algorithmische Graphenprobleme Durchsuchen von Graphen Minimale aufspannende Bäume und Matroide kürzeste Wege maximale Flüsse Matchings Lineare Optimierungsdualität kostenminimale Flüsse und gewichtete Matchings			
Inhaltliche Voraussetzung	Module 61111 "Mathematische Grundlagen" und 61411 "Algorithmische Mathematik"			
Lehr- und Betreuungsformen	internetgestütztes Diskussionsforum Studentag/e Zusatzmaterial Einsendeaufgaben mit Korrektur und/oder Musterlösung			
Anmerkung	Der Basistext muss vor Semesterbeginn beschafft werden. Basistext: Hochstättler/Schliep: CATBox - An Interactive Course in Combinatorial Optimization, Springer 2010.			
Formale Voraussetzung	keine			
Vertiefungsrichtung	Angewandte Algebra und Diskrete Mathematik (AD)			
Verwendung des Moduls	M.Sc. Data Science M.Sc. Informatik M.Sc. Mathematik M.Sc. Praktische Informatik M.Sc. Wirtschaftsinformatik			



## Prüfungsformen

	Art der Prüfungsleistung	Voraussetzung
Prüfung	benotete mündliche Prüfung (ca. 25 Minuten)	keine
Stellenwert der Note	1/12	

# 63914 Komplexitätstheorie

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. André Schulz

Dauer des Moduls  
ein Semester

ECTS  
10

Workload  
300 Stunden

Häufigkeit  
in jedem Wintersemester

Lehrveranstaltung(en) Komplexitätstheorie

Detaillierter Zeitaufwand Bearbeiten von Basistext und Leittext: 200 Stunden  
Bearbeiten von Übungs- und Einsendeaufgaben: 50 Stunden  
Studientag u. Prüfungsvorbereitung: 50 Stunden

Qualifikationsziele Die Studierenden können sicher mit den wichtigsten Komplexitätsklassen umgehen, sie kennen zudem die zu Grunde liegenden Berechnungsmodelle.  
Die Studierenden haben ein Verständnis für die Grenzen der effizienten Berechenbarkeit erworben und sind in der Lage, Probleme hinsichtlich ihrer algorithmischen Komplexität einzuschätzen und in Komplexitätsklassen richtig einzuordnen.

Inhalte In der Komplexitätstheorie beschäftigt man sich damit, welche Probleme mit eingeschränkten Ressourcen (z.B. Zeit oder Speicherplatz) berechnet werden können. Man fasst Probleme dabei zu Komplexitätsklassen zusammen und untersucht deren Beziehung untereinander.

In der Lehrveranstaltung werden die Grundlagen der Komplexitätstheorie aus einer algorithmischen Perspektive vermittelt. Als Basistext wird das Buch von Ingo Wegener "Komplexitätstheorie: Grenzen der Effizienz von Algorithmen" verwendet. Der Leittext wird ergänzt mit Übungsaufgaben und Anmerkungen.

U.a. werden folgende Themen behandelt:  
- grundlegende Komplexitätsklassen  
- NP-Vollständigkeit  
- Interaktive Beweissysteme  
- probabilistische Komplexitätsklassen  
- Approximation

Inhaltliche Voraussetzung Grundlagen der theoretischen Informatik, wie sie z.B. im Modul 63912 "Grundlagen der Theoretischen Informatik" des Bachelorstudiengangs Informatik vermittelt werden.

Lehr- und Betreuungsformen Lehrveranstaltungsmaterial  
internetgestütztes Diskussionsforum  
Studientag/e  
Einsendeaufgaben mit Korrektur und/oder Musterlösung  
Betreuung und Beratung durch Lehrende

Anmerkung Der Basistext muss vor Semesterbeginn beschafft werden. Basistext: Ingo Wegener: Komplexitätstheorie: Grenzen der Effizienz von Algorithmen, Springer, 2003. Nicht zusammen mit dem nicht mehr angebotenen Modul "Grundzüge der Komplexitätstheorie" nutzbar.

Formale Voraussetzung keine

Vertiefungsrichtung Angewandte Algebra und Diskrete Mathematik (AD)

Verwendung des Moduls M.Sc. Informatik  
M.Sc. Mathematik

## M.Sc. Praktische Informatik

### Prüfungsformen

Prüfung

Stellenwert  
der Note 1/12

Art der Prüfungsleistung

benotete mündliche Prüfung (ca. 25  
Minuten)

Voraussetzung

keine

# Spezialisierungsmodule: Analysis und Numerische Mathematik (AN)

# 61215 Differentialgeometrie

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Delio Mugnolo

Dauer des Moduls  
ein Semester

ECTS  
10

Workload  
300 Stunden

Häufigkeit  
in jedem Wintersemester

Lehrveranstaltung(en) Differentialgeometrie

Detaillierter Zeitaufwand Bearbeiten der Lektionen (7 mal 20 Stunden): 140 Stunden  
Einüben des Stoffes (insbesondere durch Einsendeaufgaben (7 mal 15 Stunden):  
105 Stunden  
Wiederholung und Prüfungsvorbereitung (Studenttag und Selbststudium): 55 Stunden

Qualifikationsziele Die Studierenden kennen differentialgeometrische Begriffe wie Krümmung und Bogenlänge von Kurven im euklidischen Raum, insbesondere in der Ebene; sie verstehen die Abhängigkeit von der Parametrisierung und entwickeln ein Verständnis vom Zusammenspiel lokaler und globaler Eigenschaften. Ferner kennen sie die Anfangsgründe der Flächentheorie.

Inhalte Parametrisierte Kurven und Äquivalenzklassen, Krümmung, Bogenlänge, begleitendes Dreibein, Jordanscher Kurvensatz, Vierscheitelsatz, Abbildungsgrad, Parametrisierte Flächen

Inhaltliche Voraussetzung Modul 61211 "Analysis"

Lehr- und Betreuungsformen Lehrveranstaltungsmaterial  
Einsendeaufgaben mit Korrektur und/oder Musterlösung  
internetgestütztes Diskussionsforum  
Studenttag/e

Anmerkung -

Formale Voraussetzung keine

Vertiefungsrichtung Analysis und Numerische Mathematik (AN)

Verwendung des Moduls M.Sc. Mathematik

**Prüfungsformen** Art der Prüfungsleistung Voraussetzung

Prüfung benotete mündliche Prüfung (ca. 25 Minuten) keine  
Stellenwert 1/12  
der Note

61513

## Numerische Behandlung gewöhnlicher Differentialgleichungen

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Torsten O. Linß

Dauer des Moduls  
ein SemesterECTS  
10Workload  
300 StundenHäufigkeit  
regelmäßig

Lehrveranstaltung(en) Numerische Behandlung gewöhnlicher Differentialgleichungen

Detaillierter Zeitaufwand Bearbeiten der Lektionen (7 mal 20 Stunden): 140 Stunden  
Einüben des Stoffes (insbesondere durch Einsendeaufgaben; 7 mal 15 Stunden):  
105 Stunden  
Wiederholung und Prüfungsvorbereitung: 55 Stunden

Qualifikationsziele Die Studierenden kennen die Grundlagen der Theorie der Anfangswertaufgaben gewöhnlicher Differentialgleichungen (und Differentialgleichungssysteme) als auch Verfahren zu ihrer numerischen Lösung.  
Für gegebene Differentialgleichungen können geeignete Methoden ausgewählt werden und die erhaltenen Ergebnisse bewertet werden. Zur Bewertung dieser Verfahren ist der Umgang mit Begriffen wie Konvergenz, Konsistenz und Stabilität vertraut.  
Die Konstruktion numerischer Verfahren, etwa zum adaptiven Anpassen an gegebene Probleme, kann selbstständig durchgeführt werden (z.B. Schrittweitensteuerung, Konstruktion geeigneter Runge-Kutta-Verfahren, Prädiktor-Korrektor-Verfahren).

Inhalte Problemstellung, elementare Lösungsmethoden, Existenz- und Eindeutigkeitsaussagen für Anfangswertprobleme  
Theorie der Einschrittverfahren, Fehlerschätzung  
Runge-Kutta-Verfahren, Extrapolation  
Mehrschrittverfahren  
Steife Differentialgleichungen und A-stabile Verfahren

Inhaltliche Voraussetzung Modul 61511 "Numerische Mathematik I" (oder dessen Inhalt)

Lehr- und Betreuungsformen Lehrveranstaltungsmaterial  
Einsendeaufgaben mit Korrektur und/oder Musterlösung  
internetgestütztes Diskussionsforum  
Betreuung und Beratung durch Lehrende

Anmerkung Der Basistext muss vor Semesterbeginn beschafft werden. Basistext: Strehmel, Weiner, Podhasky: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen, Springer 2012

Formale Voraussetzung keine

Vertiefungsrichtung Analysis und Numerische Mathematik (AN)

Verwendung des Moduls M.Sc. Mathematik

**Prüfungsformen** Art der Prüfungsleistung Voraussetzung

Prüfung benotete mündliche Prüfung (ca. 25 Minuten) keine  
Stellenwert 1/12  
der Note

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Michael-Ralf Skrzipek

Dauer des Moduls  
ein Semester

ECTS  
10

Workload  
300 Stunden

Häufigkeit  
in jedem Sommersemester

Lehrveranstaltung(en) Approximation und Rekonstruktion

Detaillierter Zeitaufwand Bearbeiten der Lektionen (7 mal 20 Stunden): 140 Stunden  
Einüben des Stoffes, insbesondere durch Einsendeaufgaben (7 mal 15 Stunden): 105 Stunden  
Wiederholung u. Prüfungsvorbereitung: 55 Stunden

Qualifikationsziele

- Verbesserung der Fähigkeit zur Beschreibung und dem Lösen verschiedener Fragestellungen in mathematischen Anwendungen
- Zusammenhänge zwischen Fragestellungen der Numerik, der Optimierung und der Funktionalanalysis kennenlernen und Methoden aus diesen Bereichen zur Lösung von Approximationsaufgaben einsetzen
- Bewertung der Güte von Approximationen bzgl. gegebener "Gütekriterien"
- Erweiterung der Kenntnisse über die Möglichkeiten und Grenzen zur Konstruktion von Approximationsverfahren etwa in der Numerik, beim CA(G)D, in der Signalverarbeitung, ...
- eventuelles Modifizieren der Ansätze um diese für spezielle oder andere, ähnliche Fragestellungen zu adaptieren oder um andere gewünschte Eigenschaften zu erhalten.
- Abtastung und Rekonstruktion von Funktionen oder deren Approximation, u.a. mittels mathematischer Filter
- Beschreibung, Analyse und Realisierung von Systemen mit geeigneten mathematischen Methoden und Vertrautheit mit diesen (z.B. Fourieranalysis, Wavelets und Multiskalenanalysis)

Inhalte

Vielen Bereichen der Naturwissenschaft und Technik liegen analoge oder digitale Systeme zugrunde, die durch mathematische Modelle beschrieben werden können. Um diese zu realisieren wird man sie in der Regel geeignet approximieren. Diese Approximationen sollen gewisse Eigenschaften des Ausgangsystems erhalten bzw. so konstruiert sein, dass man auf dieses zurückschließen kann, aber "praktikabler" sein. Hierbei ist außerdem stets die "Güte" einer Approximation zu bewerten. Welche ist bei dem Modellansatz überhaupt erreichbar, welche wird benötigt, wie kann man diese ggf. sukzessive verbessern?  
Mit der Konstruktion solcher Approximationen und deren Bewertungen befasst sich dieses Modul.

Das Modul hat folgenden Inhalt:

- Einführung
- Lösbarkeit von Approximationsproblemen
- Charakterisierung von Bestapproximierenden
- Asymptotik linearer Approximationsverfahren
- Diskrete Approximation
- Approximation durch rationale Funktionen
- Fourier-Analysis
- Wavelets und Multiskalenanalysis
- Anhang

Inhaltliche Voraussetzung	In der Lehrveranstaltung werden Resultate aus der Analysis, insbesondere aus der Funktionalanalysis, benutzt. Diese werden im Text bereitgestellt. Weitere Kenntnisse aus den Modulen 61511 "Numerische Mathematik I" und 61213 "Funktionalanalysis" sind aber trotzdem nützlich.
Lehr- und Betreuungsformen	Betreuung und Beratung durch Lehrende Lehrveranstaltungsmaterial Einsendeaufgaben mit Korrektur und/oder Musterlösung internetgestütztes Diskussionsforum
Anmerkung	-
Formale Voraussetzung	keine
Vertiefungsrichtung	Analysis und Numerische Mathematik (AN)
Verwendung des Moduls	M.Sc. Mathematik

<b>Prüfungsformen</b>		Art der Prüfungsleistung	Voraussetzung
Prüfung		benotete mündliche Prüfung (ca. 25 Minuten)	keine
Stellenwert der Note	1/12		



# Spezialisierungsmodule: Stochastik und Mathematische Physik (SP)

# 61312 Lineare Operatoren im Hilbertraum

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Wolfgang Spitzer			
	Dauer des Moduls ein Semester	ECTS 10	Workload 300 Stunden	Häufigkeit in jedem Sommersemester
Lehrveranstaltung(en)	Lineare Operatoren im Hilbertraum			
Detaillierter Zeitaufwand	Bearbeiten der Lektionen (7 mal 20 Stunden): 140 Stunden Einüben des Stoffes (insbesondere durch Einsendeaufgaben; 7 mal 15 Stunden): 105 Stunden Wiederholung und Prüfungsvorbereitung (Studientag und Selbststudium): 55 Stunden			
Qualifikationsziele	Die Studierenden kennen den Spektralkalkül für selbstadjungierte Operatoren im Hilbertraum und können das Gelernte auf Differentialoperatoren anwenden.			
Inhalte	Grundlegendes über Hilberträume Lineare Operatoren Beschränkte und kompakte Operatoren Spektralkalkül Differentialoperatoren der Mathematischen Physik			
Inhaltliche Voraussetzung	Module 61211 "Analysis", 61112 "Lineare Algebra" und 61611 "Maß- und Integrationstheorie" (oder deren Inhalte)			
Lehr- und Betreuungsformen	Lehrveranstaltungsmaterial Einsendeaufgaben mit Korrektur und/oder Musterlösung internetgestütztes Diskussionsforum Studientag/e Betreuung und Beratung durch Lehrende Lehrvideos			
Anmerkung				
Formale Voraussetzung	keine			
Vertiefungsrichtung	Stochastik und Mathematische Physik (SP)			
Verwendung des Moduls	M.Sc. Mathematik			
<b>Prüfungsformen</b>	Art der Prüfungsleistung		Voraussetzung	
Prüfung	benotete mündliche Prüfung (ca. 25 Minuten)		keine	
Stellenwert der Note	1/12			

## 61314 Stochastische Prozesse

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Sebastian Riedel

Dauer des Moduls  
ein Semester

ECTS  
10

Workload  
300 Stunden

Häufigkeit  
in jedem Wintersemester

Lehrveranstaltung(en) Stochastische Prozesse

Detaillierter Zeitaufwand Bearbeiten der Lektionen (7 mal 20 Stunden): 140 Stunden  
Einüben des Stoffes (insbesondere durch Einsendeaufgaben: 7 mal 15 Stunden):  
105 Stunden  
Wiederholung und Prüfungsvorbereitung (Selbststudium): 55 Stunden

Qualifikationsziele Die Studierenden sind mit dem Begriff eines stochastischen Prozesses in stetiger Zeit vertraut. Sie beherrschen die Modellierung zufälliger Vorgänge mit stochastischen Prozessen, insbesondere mit Hilfe der Brownschen Bewegung und durch stochastische Differentialgleichungen. Sie sind in der Lage, stochastische Modellierungen, etwa in Versicherungs- oder Finanzmathematik, anzuwenden und weiterzuentwickeln.

Inhalte

- Grundbegriffe stochastischer Prozesse in stetiger Zeit
- Brownsche Bewegung
- Martingale in stetiger Zeit
- Stochastische Integration und Ito-Formel
- Stochastische Differentialgleichungen

Inhaltliche Voraussetzung Module 61311 "Einführung in die Stochastik", 61611 "Maß- und Integrationstheorie" und 61612 "Wahrscheinlichkeitstheorie" (oder deren Inhalte)

Lehr- und Betreuungsformen

- Einsendeaufgaben mit Korrektur und/oder Musterlösung
- internetgestütztes Diskussionsforum
- Online-Tutorium (englischsprachig)
- Betreuung und Beratung durch Lehrende
- Online-Tutorium

Anmerkung Der Basistext (*Stochastic Analysis and Diffusion Processes* (von Gopinath Kallianpur und P. Sundar, Oxford University Press, 2014) ist unter dem Link: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/fuhagen-ebooks/detail.action?docID=3056039> über die Internetseite der Bibliothek der FU Hagen verfügbar.

Formale Voraussetzung keine

Vertiefungsrichtung Stochastik und Mathematische Physik (SP)

Verwendung des Moduls M.Sc. Data Science  
M.Sc. Mathematik

**Prüfungsformen** Art der Prüfungsleistung Voraussetzung

Prüfung benotete mündliche Prüfung (ca. 25 Minuten) keine  
Stellenwert 1/12  
der Note

# Mathematische Praktika

Modulverantwortliche/r Jun.-Prof. Dr. Steffen Kionke

Dauer des Moduls  
ein Semester

ECTS  
10

Workload  
300 Stunden

Häufigkeit  
in jedem Wintersemester

Lehrveranstaltung(en) Praktikum zur Algebra

Detaillierter Zeitaufwand  
Literaturrecherche und Erarbeitung des Projekts: 150 Stunden  
Schriftliche Ausarbeitung und Implementierung: 90 Stunden  
Vorbereitung der Präsentation: 40 Stunden  
Aktive Teilnahme an der Präsenzveranstaltung: 20 Stunden

Qualifikationsziele  
Die Studierenden verstehen grundlegende Algorithmen und Verfahren im Umfeld der Computeralgebra und der algorithmischen Zahlentheorie. Sie vertiefen ihre Grundkenntnisse im Umgang mit einer Programmiersprache oder einem Computeralgebrasystem. Sie sind in der Lage mathematische Verfahren aus der Fachliteratur in ein lauffähiges Computerprogramm zu implementieren.

Inhalte  
Es werden verschiedene Themen aus der Algebra und der algorithmischen Zahlentheorie behandelt. Im Zentrum steht die Frage wie mathematische Probleme mit Hilfe eines Computers beantwortet werden können. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer erarbeiten anhand von Literatur ein Verfahren und die zugehörige mathematische Theorie. Anschließend schreiben sie ein lauffähiges Programm und erläutern ihre Ergebnisse in einer Ausarbeitung und einem Vortrag.

Inhaltliche Voraussetzung  
Sehr gute Kenntnisse der Module 61112 "Lineare Algebra" und 61113 "Elementare Zahlentheorie mit Maple"

Lehr- und  
Betreuungsformen  
Betreuung und Beratung durch Lehrende  
internetgestütztes Diskussionsforum  
Zusatzmaterial

Anmerkung  
Für die Teilnahme an dieser Veranstaltung ist ein gesondertes Anmeldeverfahren im Vorsemester über folgenden Link erforderlich:  
<https://webregis.fernuni-hagen.de>

Im Praktikum zur Algebra (61182) wird teilweise englischsprachige Literatur als Quelle eingesetzt. Die Lehrveranstaltung wird aber auf deutsch betreut.

Formale Voraussetzung  
keine

Vertiefungsrichtung  
Angewandte Algebra und Diskrete Mathematik (AD)

Verwendung des Moduls  
B.Sc. Mathematik  
B.Sc. Mathematisch-technische Softwareentwicklung  
M.Sc. Mathematik

**Prüfungsformen** Art der Prüfungsleistung Voraussetzung

Prüfung benotete Praktikumsteilnahme: erfolgreiche Bearbeitung eines Projekts,  
Ausarbeitung und Vortrag Ausarbeitung und Präsentation  
Stellenwert 1/12  
der Note

61381

## Praktikum Mathematische Statistik

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Wolfgang Spitzer

Dauer des Moduls  
ein Semester

ECTS  
10

Workload  
300 Stunden

Häufigkeit  
in jedem Sommersemester

Lehrveranstaltung(en) Statistisches Praktikum

Detaillierter Zeitaufwand  
Literaturrecherche und Einarbeitung: 45 Stunden  
Erarbeiten des Projekts: 140 Stunden  
Implementierung: 90 Stunden  
Präsentation und aktive Teilnahme an der Präsenzveranstaltung bzw. der elektronischen Präsentation: 25 Stunden

Qualifikationsziele  
Die Studierenden lernen anhand eines konkreten Projekts, theoretische Kenntnisse aus der Stochastik (insbesondere der Statistik) in die Praxis umzusetzen. Dazu erarbeiten die Studierenden noch einmal die theoretischen Grundzüge zu den von ihnen selbst gewählten Themen und führen dann mit Hilfe eines Computerprogrammes die statistische Analyse von Datensätzen durch. Die Projekte werden abschließend von den Studierenden in einem Vortrag in Theorie und Praxis vorgestellt und diskutiert.

Inhalte

- Maximum-Likelihood-Methode
- Konfidenzintervall
- Methode der kleinsten Quadrate
- Testen von Hypothesen, Entscheidungen
- Tests für Normalverteilungen
- Varianzanalyse
- Regression, Korrelation, Zufallsmatrizen, zufällige Permutationen

Inhaltliche Voraussetzung  
Modul 61311 "Einführung in die Stochastik" (oder dessen Inhalt)

Lehr- und  
Betreuungsformen  
Betreuung und Beratung durch Lehrende  
Zusatzmaterial

Anmerkung  
Für die Teilnahme an dieser Veranstaltung ist ein gesondertes Anmeldeverfahren im Vorsemester über folgenden Link erforderlich:  
<https://webregis.fernuni-hagen.de>

Formale Voraussetzung  
keine

Vertiefungsrichtung  
Stochastik und Mathematische Physik (SP)

Verwendung des Moduls  
B.Sc. Mathematik  
B.Sc. Mathematisch-technische Softwareentwicklung  
M.Sc. Mathematik

**Prüfungsformen** Art der Prüfungsleistung Voraussetzung

Prüfung  
Stellenwert der Note 1/12  
benotete Praktikumsteilnahme:  
Ausarbeitung und Vortrag  
erfolgreiche Bearbeitung (Theorie mit schriftlichen Ausarbeitungen, Implementierung, Austesten) und Präsentation des gestellten Themas

## 61581                      Praktikum Numerische Mathematik

Modulverantwortliche/r   Prof. Dr. Torsten O. Linß

Dauer des Moduls  
ein Semester

ECTS  
10

Workload  
300 Stunden

Häufigkeit  
in jedem Semester

Lehrveranstaltung(en)   Praktikum zur Numerischen Mathematik

Detaillierter Zeitaufwand   Literaturrecherche, Einarbeiten in das Thema: 90 Stunden  
Schriftliche Ausarbeitungen: 30 Stunden  
Implementierung, Erarbeiten des Projekts: 140 Stunden  
Vorbereitung der Präsentation: 30 Stunden  
Präsentation und aktive Teilnahme an der Präsenzveranstaltung: 10 Stunden

Qualifikationsziele       Befähigung zur Umsetzung numerischer Verfahren in einem Computerprogramm.  
Fähigkeit zur Präsentation der Arbeitsergebnisse und deren Kommunikation mit den Teilnehmern des Praktikums.

Inhalte                      Aufgabenstellungen aus der Numerischen Mathematik sind in Form einer Praktikumsaufgabe weitgehend selbstständig zu bearbeiten.  
Ein Computerprogramm zum Lösen der Praktikumsaufgabe ist zu erstellen. Neben der Implementierung sollen durch das Testen von relevanten Beispielen die Stärken und Schwächen der Verfahren aufgezeigt werden bzw. untersucht werden, wie brauchbar die Lösungen für das Ausgangsproblem sind.

Inhaltliche Voraussetzung   Modul 61511 "Numerische Mathematik I", Programmierkenntnisse (z.B. Modul 63811 "Einführung in die imperative Programmierung")

Lehr- und  
Betreuungsformen        Betreuung und Beratung durch Lehrende  
Zusatzmaterial

Anmerkung                 Für die Teilnahme an dieser Veranstaltung ist ein gesondertes Anmeldeverfahren im Vorsemester über folgenden Link erforderlich:  
<https://webregis.fernuni-hagen.de>

Formale Voraussetzung   keine

Vertiefungsrichtung

Verwendung des Moduls   B.Sc. Mathematik  
B.Sc. Mathematisch-technische Softwareentwicklung  
M.Sc. Mathematik

### Prüfungsformen

Art der Prüfungsleistung

Voraussetzung

Prüfung

benotete Praktikums-  
teilnahme:  
Ausarbeitung und Vortrag

erfolgreiche Bearbeitung (Theorie mit schriftlichen Ausarbeitungen, Implementierung, Austesten) und Präsentation des gestellten Themas, aktive Teilnahme an Fachdiskussionen

Stellenwert                1/12  
der Note

# Masterseminare



# 61176 Masterseminar Zahlentheorie

Modulverantwortliche/r Jun.-Prof. Dr. Steffen Kionke

Dauer des Moduls  
ein Semester

ECTS  
10

Workload  
300 Stunden

Häufigkeit  
regelmäßig

Lehrveranstaltung(en) Seminar Zahlentheorie

Detaillierter Zeitaufwand  
Literaturrecherche: 40 Stunden  
Bearbeitung des Textes: 130 Stunden  
Verfassen einer Ausarbeitung: 70 Stunden  
Vorbereitung des Vortrages: 40 Stunden  
Teilnahme an der Präsenzphase: 20 Stunden

Qualifikationsziele  
Die Studierenden können wissenschaftliche Texte selbstständig verstehen und bearbeiten. Sie sind in der Lage längere mathematische Texte zu schreiben und dabei auch komplexe Zusammenhänge darstellen. Die Studierenden sind in der Lage Themen der Zahlentheorie in einem Fachvortrag verständlich zu erklären und sich in der Diskussion mit anderen darüber auszutauschen. Sie verstehen grundlegende Fragestellungen der Zahlentheorie.

Inhalte  
Die Studierenden erhalten einen wissenschaftlichen Text zu einem Thema der Zahlentheorie. Sie erarbeiten den Inhalt unter Verwendung weiterführender Literatur. Die Ergebnisse werden in einer Ausarbeitung dargestellt. Am Präsenztermin wird das Thema in einem verständlichen Vortrag erläutert.

Inhalt des Seminars sind wechselnde Themen der Zahlentheorie, z.B. Siebmethoden, die Verteilung der Primzahlen, Approximationssätze, Zeta- und L-Funktionen, additive Zahlentheorie, etc..

Inhaltliche Voraussetzung  
Gute Kenntnisse der Inhalte der Module 61113 "Elementare Zahlentheorie mit Maple", 61112 "Lineare Algebra" und 61211 "Analysis".

Lehr- und  
Betreuungsformen  
Betreuung und Beratung durch Lehrende

Anmerkung  
Für die Teilnahme an dieser Veranstaltung ist ein gesondertes Anmeldeverfahren im Vorsemester über folgenden Link erforderlich:  
<https://webregis.fernuni-hagen.de>

Im Seminar Zahlentheorie (61175/61176) wird teilweise englischsprachige Literatur als Quelle eingesetzt. Die Lehrveranstaltung wird aber auf deutsch betreut.

Formale Voraussetzung  
keine

Vertiefungsrichtung  
Angewandte Algebra und Diskrete Mathematik (AD)

Verwendung des Moduls  
M.Sc. Data Science  
M.Sc. Mathematik

<b>Prüfungsformen</b>		Art der Prüfungsleistung	Voraussetzung
Prüfung		benotete Seminarteilnahme:	Ausarbeitung, Präsentation
Stellenwert der Note	1/12	Ausarbeitung (soll 10-15 Seiten umfassen) und Vortrag	

## 61276 Masterseminar zur Funktionalanalysis und Differentialgleichungen

Modulverantwortliche/r	Prof. Dr. Delio Mugnolo				
	<table><tr><td>Dauer des Moduls ein Semester</td><td>ECTS 10</td><td>Workload 300 Stunden</td><td>Häufigkeit in jedem Wintersemester</td></tr></table>	Dauer des Moduls ein Semester	ECTS 10	Workload 300 Stunden	Häufigkeit in jedem Wintersemester
Dauer des Moduls ein Semester	ECTS 10	Workload 300 Stunden	Häufigkeit in jedem Wintersemester		
Lehrveranstaltung(en)	Seminar zur Funktionalanalysis und Differentialgleichungen				
Detaillierter Zeitaufwand	Literaturrecherche: 40 Stunden Bearbeiten des Textes: 120 Stunden Entwurf des Vortrags: 60 Stunden Präsenzphase mit Vortrag und Feedback: 20 Stunden Erstellen der Ausarbeitung: 60 Stunden				
Qualifikationsziele	Die Studierenden können sich wissenschaftliche Texte eigenständig erarbeiten und so aufbereiten, dass sie diese Ihren Mitstudierenden vermitteln können. Sie vertiefen ihre Kompetenzen, Mathematik auch mündlich zu kommunizieren sowie allgemeine Kommunikations- und Präsentationstechniken. Sie lernen etwas längere mathematische Texte eigenständig zu verfassen.				
Inhalte	In diesem Seminar werden moderne Themen der Analysis, insbesondere aus der Theorie der partiellen Differentialgleichungen, der Funktionalanalysis sowie ihren Anwendungen zur Untersuchung von Evolutionsgleichungen vermittelt. Bei Interesse kann dieses Seminar durch eine aktive Teilnahme am internationalen "Internetseminar über Evolutionsgleichungen" belegt werden.				
Inhaltliche Voraussetzung	Module 61111 "Mathematische Grundlagen", 61112 "Lineare Algebra", 61211 "Analysis" sowie 61213 "Funktionalanalysis" oder 61218 "Partielle Differentialgleichungen"				
Lehr- und Betreuungsformen	Betreuung und Beratung durch Lehrende				
Anmerkung	Für die Teilnahme an dieser Veranstaltung ist ein gesondertes Anmeldeverfahren im Vorsemester über folgenden Link erforderlich: <a href="https://webregis.fernuni-hagen.de">https://webregis.fernuni-hagen.de</a>  Die Studierenden erhalten in der Regel alle Texte, die im Seminar besprochen werden. Ihnen werden ein Teil davon zur Bearbeitung und ein individueller Betreuer zugewiesen. Die Präsenzphase findet in der Regel an einem Wochenende statt und dauert zwei Tage. Danach erhalten sie eine Aufgabe zur Ausarbeitung im Zusammenhang mit ihrem Vortragsthema. Die Studierenden erhalten in der Regel alle Texte, die im Seminar besprochen werden. Ihnen werden ein Teil davon zur Bearbeitung und ein individueller Betreuer zugewiesen. Die Präsenzphase findet in der Regel an einem Wochenende statt und dauert zwei Tage. Danach erhalten sie eine Aufgabe zur Ausarbeitung im Zusammenhang mit ihrem Vortragsthema.				
Formale Voraussetzung	keine				
Vertiefungsrichtung	Analysis und Numerische Mathematik (AN)				
Verwendung des Moduls	M.Sc. Mathematik				

## Prüfungsformen

Prüfung

Stellenwert  
der Note 1/12

Art der Prüfungsleistung

benotete Seminarteilnahme:  
Ausarbeitung (soll 5 Seiten umfassen)  
und Vortrag

Voraussetzung

einstündige Präsentation sowie  
Diskussionsbeiträge zu den Vorträgen der  
Mitstudierenden und eine etwa 10-seitige  
Ausarbeitung

61279

## Masterseminar über Funktionentheorie

Modulverantwortliche/r	Dr. Joachim Kerner			
	Dauer des Moduls ein Semester	ECTS 10	Workload 300 Stunden	Häufigkeit regelmäßig

Lehrveranstaltung(en) Seminar über Funktionentheorie

Detaillierter Zeitaufwand  
Literaturrecherche: 40 Stunden  
Bearbeitung der Texte: 160 Stunden  
Vortragsentwurf: 80 Stunden  
Präsenzphase mit Vortrag und Diskussion: 20 Stunden

Qualifikationsziele Die Studierenden sollen wissenschaftliche Texte selbstständig bearbeiten und den Vortrag so gestalten, dass den Seminarteilnehmern die Inhalte klar werden. Sie sollen über Kommunikations- und Präsentationstechnik verfügen.

Inhalte Fortgeschrittene Sätze und Themen der Funktionentheorie (z.B. Satz von Montel, Satz von Vitali, Satz von Picard, ...) mit Anwendungen z.B. aus der analytischen Zahlentheorie.

Inhaltliche Voraussetzung Modul 61211 "Analysis" (01144)

Lehr- und Betreuungsformen Betreuung und Beratung durch Lehrende

Anmerkung Für die Teilnahme an dieser Veranstaltung ist ein gesondertes Anmeldeverfahren im Vorsemester über folgenden Link erforderlich:  
<https://webregis.fernuni-hagen.de>

Die Studierenden erhalten rechtzeitig genaue Angaben über alle Seminarthemen und die dazu empfohlene Literatur. Themenwünsche werden (falls möglich) berücksichtigt. Die Präsenzphase findet in der Regel an einem Wochenende statt und dauert zwei Tage.

Formale Voraussetzung keine

Vertiefungsrichtung Analysis und Numerische Mathematik (AN)

Verwendung des Moduls M.Sc. Mathematik

<b>Prüfungsformen</b>	Art der Prüfungsleistung	Voraussetzung
Prüfung Stellenwert der Note	1/12 benotete Seminarteilnahme: Ausarbeitung (soll 10-15 Seiten umfassen) und Vortrag	schriftliche Ausarbeitung des Themas und dessen Präsentation

## 61283 Masterseminar zur Analysis

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Delio Mugnolo

Dauer des Moduls  
ein Semester

ECTS  
10

Workload  
300 Stunden

Häufigkeit  
in jedem Sommersemester

Lehrveranstaltung(en) Seminar zur Analysis

Detaillierter Zeitaufwand  
Literaturrecherche: 40 Stunden  
Bearbeiten des Textes: 120 Stunden  
Entwurf des Vortrags: 60 Stunden  
Präsenzphase mit Vortrag und Diskussion: 20 Stunden  
Erstellen der Ausarbeitung: 60 Stunden

Qualifikationsziele  
Die Studierenden können sich wissenschaftliche Texte aus dem Gebiet der Analysis eigenständig erarbeiten und die Ergebnisse in einem Vortrag ihren Mitstudierenden vorstellen.  
Sie lernen mathematische Texte selbständig zu verfassen.

Inhalte  
In diesem Seminar werden verschiedene klassische Resultate der Theorie der Differentialgleichungen, oder der Fourieranalyse und der endlichdimensionalen Funktionalanalysis vermittelt.

Inhaltliche Voraussetzung  
Module 61111 "Mathematische Grundlagen", 61112 "Lineare Algebra", 61211 "Analysis" vorteilhaft 61213 "Funktionalanalysis"

Lehr- und  
Betreuungsformen  
Betreuung und Beratung durch Lehrende

Anmerkung  
Für die Teilnahme an dieser Veranstaltung ist ein gesondertes Anmeldeverfahren im Vorsemester über folgenden Link erforderlich:  
<https://webregis.fernuni-hagen.de>

Die Studierenden erhalten die Texte, die im Seminar besprochen werden. Die Präsenzphase findet in der Regel an einem Wochenende statt und dauert zwei Tage.

Formale Voraussetzung  
keine

Vertiefungsrichtung  
Analysis und Numerische Mathematik (AN)

Verwendung des Moduls  
M.Sc. Mathematik

### Prüfungsformen

Art der Prüfungsleistung

Voraussetzung

Prüfung

benotete Seminarteilnahme:  
Ausarbeitung (soll 5 Seiten umfassen)  
und Vortrag

schriftliche Ausarbeitung des Themas und  
dessen Präsentation

Stellenwert  
der Note  
1/12

61479

## Masterseminar zur Diskreten Mathematik

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Winfried Hochstättler

Dauer des Moduls  
ein SemesterECTS  
10Workload  
300 StundenHäufigkeit  
in jedem Sommersemester

Lehrveranstaltung(en) Seminar zur Diskreten Mathematik

Detaillierter Zeitaufwand  
 Literaturrecherche: 40 Stunden  
 Bearbeiten des Textes: 120 Stunden  
 Entwurf des Vortrags: 60 Stunden  
 Präsenzphase mit Vortrag und Feedback: 20 Stunden  
 Erstellen der Ausarbeitung: 60 Stunden

Qualifikationsziele  
 Die Studierenden können sich wissenschaftliche Texte eigenständig erarbeiten und so aufbereiten, dass sie diese ihren Mitstudierenden vermitteln können. Sie vertiefen ihre Kompetenzen, Mathematik auch mündlich zu kommunizieren sowie allgemeine Kommunikations- und Präsentationstechniken. Sie lernen etwas längere mathematische Texte eigenständig zu verfassen.

Inhalte  
 Ausgewählte Kapitel des Werks „Polynomial Methods in Combinatorics“ von Larry Guth.

Inhaltliche Voraussetzung  
 Module 61211 "Analysis" und 61112 "Lineare Algebra" (oder deren Inhalte)

Lehr- und  
 Betreuungsformen  
 Betreuung und Beratung durch Lehrende

Anmerkung  
 Für die Teilnahme an dieser Veranstaltung ist ein gesondertes Anmeldeverfahren im Vorsemester über folgenden Link erforderlich:  
<https://webregis.fernuni-hagen.de>

Formale Voraussetzung  
 keine

Vertiefungsrichtung  
 Angewandte Algebra und Diskrete Mathematik (AD)

Verwendung des Moduls  
 M.Sc. Mathematik

**Prüfungsformen**

Art der Prüfungsleistung

Voraussetzung

Prüfung

benotete Seminarteilnahme:

Ein Vortragskonzept mit zeitlicher Gliederung

Stellenwert  
der Note 1/12Ausarbeitung (soll 10-15 Seiten  
umfassen) und Vortrag(1 – 3 Seiten) im Vorfeld des Seminartages und  
eine einstündige Präsentation am Seminartag,  
sowie Diskussionsbeiträge zu den Vorträgen  
der Mitstudierenden; etwa 10-seitige  
Ausarbeitung.

# 61481 Masterseminar zur Optimierung

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Winfried Hochstättler

Dauer des Moduls  
ein Semester

ECTS  
10

Workload  
300 Stunden

Häufigkeit  
in jedem Wintersemester

Lehrveranstaltung(en) Seminar zur Optimierung

Detaillierter Zeitaufwand  
Literaturrecherche: 40 Stunden  
Bearbeiten des Textes: 120 Stunden  
Entwurf des Vortrags: 60 Stunden  
Präsenzphase mit Vortrag und Feedback: 20 Stunden  
Erstellen der Ausarbeitung: 60 Stunden

Qualifikationsziele  
Die Studierenden können sich wissenschaftliche Texte eigenständig erarbeiten und so aufbereiten, dass sie diese Ihren Mitstudierenden vermitteln können. Sie vertiefen ihre Kompetenzen, Mathematik auch mündlich zu kommunizieren, sowie allgemeine Kommunikations- und Präsentationstechniken. Sie lernen etwas längere mathematische Texte eigenständig zu verfassen.

Inhalte  
z.B. Approximationsalgorithmen oder Discrete Convex Analysis oder Convex Geometry oder Mechanism Design

Inhaltliche Voraussetzung  
Module 61112 "Lineare Algebra", 61211 "Analysis", 61511 "Numerische Mathematik I" (oder deren Inhalte); 61412 "Lineare Optimierung" oder 61415 "Nichtlineare Optimierung" erwünscht

Lehr- und Betreuungsformen  
Betreuung und Beratung durch Lehrende

Anmerkung  
Für die Teilnahme an dieser Veranstaltung ist ein gesondertes Anmeldeverfahren im Vorsemester über folgenden Link erforderlich:  
<https://webregis.fernuni-hagen.de>

Formale Voraussetzung  
keine

Vertiefungsrichtung  
Angewandte Algebra und Diskrete Mathematik (AD)

Verwendung des Moduls  
M.Sc. Data Science  
M.Sc. Mathematik

## Prüfungsformen

	Art der Prüfungsleistung	Voraussetzung
Prüfung	benotete Seminarteilnahme:	einstündige Präsentation sowie
Stellenwert der Note	1/12 Ausarbeitung (soll 10-15 Seiten umfassen) und Vortrag	Diskussionsbeiträge zu den Vorträgen der Mitstudierenden und eine etwa 10-seitige Ausarbeitung

## 61575 Masterseminar zur Numerischen Mathematik

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Torsten O. Linß

Dauer des Moduls  
ein Semester

ECTS  
10

Workload  
300 Stunden

Häufigkeit  
regelmäßig

Lehrveranstaltung(en) Seminar zur Numerischen Mathematik

Detaillierter Zeitaufwand  
Literaturrecherche: 60 Stunden  
Bearbeiten des gestellten Themas: 120 Stunden  
Erstellen von Ausarbeitungen: 60 Stunden  
Vorbesprechungen, Präsenzphase mit Präsentation: 50 Stunden  
Aufnahme und Diskussion der anderen Vorträge: 10 Stunden

Qualifikationsziele  
Fähigkeit zur selbstständigen Bearbeitung von Problemstellungen aus den Bereichen der numerischen/angewandten Mathematik. Fähigkeit zur Präsentation von Arbeitsergebnissen und Führen von Fachdiskussionen.

Inhalte  
Anspruchsvollere mathematische Aufgabenstellungen sind weitgehend selbständig zu bearbeiten. Die Themen können aus unterschiedlichen Bereichen der numerischen Mathematik stammen.  
In der Regel werden Verfahren zum (näherungsweise) Lösen der gestellten Aufgabe unter Zugrundelegung eines Fachartikels erarbeitet.

Problemstellungen aus nichtmathematischen Anwendungen können vergeben werden. In diesen Fällen ist zunächst ein mathematisches Modell zu erarbeiten. Beispielsweise führen biologische/chemische Prozesse oft zu Systemen von Differentialgleichungen, die dann mittels geeigneter numerischer Verfahren gelöst werden sollen. Die Beschreibung und Analyse solcher Verfahren wäre dann ein mögliches Thema.

Inhaltliche Voraussetzung  
Module 61511 "Numerische Mathematik I", 61512 "Numerische Mathematik II" oder eine weitere Lehrveranstaltung aus der Numerischen Mathematik

Lehr- und  
Betreuungsformen  
Betreuung und Beratung durch Lehrende  
Zusatzmaterial

Anmerkung  
Für die Teilnahme an dieser Veranstaltung ist ein gesondertes Anmeldeverfahren im Vorsemester über folgenden Link erforderlich:  
<https://webregis.fernuni-hagen.de>

Formale Voraussetzung  
keine

Vertiefungsrichtung  
Analysis und Numerische Mathematik (AN)

Verwendung des Moduls  
M.Sc. Mathematik

### Prüfungsformen

Art der Prüfungsleistung

Voraussetzung

Prüfung

benotete Seminarteilnahme:  
Ausarbeitung (soll 10-15 Seiten  
umfassen) und Vortrag

erfolgreiche Bearbeitung (Theorie mit  
schriftlichen Ausarbeitungen) und Präsentation  
des gestellten Themas, aktive Teilnahme an  
Fachdiskussionen

Stellenwert  
der Note  
1/12



61823

## Masterseminar Angewandte Stochastik

Modulverantwortliche/r Prof. Dr. Sebastian Riedel

Dauer des Moduls  
ein SemesterECTS  
10Workload  
300 StundenHäufigkeit  
unregelmäßig

Lehrveranstaltung(en) Seminar Angewandte Stochastik

Detaillierter Zeitaufwand Selbständiges Erarbeiten eines mathematischen Themas (einschließlich Literaturrecherche): 200 Stunden  
Schriftliche Ausarbeitung: 45 Stunden  
Vorbereitung der Präsentation als Vortrag mit anschließender Diskussion: 45 Stunden  
Aufnehmen und Diskutieren der anderen Vorträge: 10 Stunden

Qualifikationsziele Studierende sind mit den grundlegenden Begriffen eines aktuellen Forschungsfeldes der Angewandten Stochastik vertraut. Sie sind in der Lage, sich selbständig weiterführende Literatur zu diesem Thema zu suchen, zu erschließen und sich in aktuelle Forschungsartikel einzuarbeiten. Sie kennen den Kontext des Themas, praktische Anwendungsgebiete und gängige Algorithmen, die in den Anwendungen genutzt werden. Zudem sind Sie in der Lage, eine formal korrekte wissenschaftliche Arbeit zu verfassen.

Zudem sind Sie in der Lage, eine formal korrekte wissenschaftliche Arbeit zu einem aktuellen Forschungsthema zu verfassen.

Inhalte Ein aktuelles Forschungsgebiet aus der angewandten Stochastik.  
Im Sommersemester 2024 ist es das Thema „Mathematik des Maschinellen Lernens“.

Inhaltliche Voraussetzung Module 61111 "Mathematische Grundlagen" und 61311 "Einführung in die Stochastik" oder deren Inhalte. Dazu entweder 61612 "Wahrscheinlichkeitstheorie" für M. Sc. Mathematik oder 61811 "Mathematische Grundlagen von Data Science" für M.Sc. Data Science oder deren Inhalte.

Lehr- und Betreuungsformen Zusatzmaterial  
internetgestütztes Diskussionsforum

Betreuung und Beratung durch Lehrende

Anmerkung Für die Teilnahme an dieser Veranstaltung ist ein gesondertes Anmeldeverfahren im Vorsemester über folgenden Link erforderlich:  
<https://webregis.fernuni-hagen.de>

Formale Voraussetzung keine

Vertiefungsrichtung Stochastik und Mathematische Physik (SP)

Verwendung des Moduls M.Sc. Data Science  
M.Sc. Mathematik

**Prüfungsformen** Art der Prüfungsleistung Voraussetzung

Prüfung benotete Seminarteilnahme: keine  
Stellenwert 1/12 Ausarbeitung (soll 8-12 Seiten umfassen) und Vortrag  
der Note

# Abschlussmodul

## Abschlussmodul

Modulverantwortliche/r	Lehrende der Mathematik			
	Dauer des Moduls ein Semester	ECTS 30	Workload 900 Stunden	Häufigkeit in jedem Semester
Lehrveranstaltung(en)				
Detaillierter Zeitaufwand	Literaturrecherche: 150 Stunden Erarbeitung des Themengebietes: 200 Stunden Bearbeitung des Themas: 500 Stunden Vorbereitung und Durchführung der Präsentation und des Kolloquiums: 50 Stunden			
Qualifikationsziele	Die Studierenden erarbeiten selbstständig ein komplexes, forschungsorientiertes Thema aus der Angewandten Mathematik und präsentieren es einem fachkundigen Publikum.			
Inhalte	nach Vereinbarung mit der Betreuerin oder dem Betreuer			
Inhaltliche Voraussetzung	Inhalte und Fähigkeiten des vorausgehenden Masterstudiums			
Lehr- und Betreuungsformen	Betreuung und Beratung durch Lehrende			
Anmerkung	Abschlussarbeit mit Präsentation und Kolloquium			
Formale Voraussetzung	keine			
Vertiefungsrichtung	keine			
Verwendung des Moduls	M.Sc. Mathematik			
<b>Prüfungsformen</b>	Art der Prüfungsleistung		Voraussetzung	
Prüfung	benotete Abschlussarbeit mit Kolloquium		keine	
Stellenwert der Note	1/4			

# Inhaltsverzeichnis

<b>Basismodule</b>	3
Mathematische Grundlagen der Kryptografie	4
Algebra	6
Funktionalanalysis	8
Funktionentheorie	10
Topologische Räume	11
Partielle Differentialgleichungen	12
Parametrische Statistik	13
Spektraltheorie linearer Operatoren auf Hilbert-Räumen	14
Diskrete Mathematik	15
Nichtlineare Optimierung	17
Graphentheorie	19
Numerische Mathematik II	20
Mathematische Grundlagen von Multimedia	21
Wahrscheinlichkeitstheorie	23
Grundlagen der Theoretischen Informatik	25
<b>Spezialisierungsmodule: Angewandte Algebra und Diskrete Mathematik (AD)</b>	27
Effiziente Algorithmen	28
Gruppentheorie	30
Effiziente Graphenalgorithmen	32
Komplexitätstheorie	34
<b>Spezialisierungsmodule: Analysis und Numerische Mathematik (AN)</b>	36
Differentialgeometrie	37
Numerische Behandlung gewöhnlicher Differentialgleichungen	38
Approximation und Rekonstruktion	39
<b>Spezialisierungsmodule: Stochastik und Mathematische Physik (SP)</b>	41
Lineare Operatoren im Hilbertraum	42
Stochastische Prozesse	43
<b>Mathematische Praktika</b>	44
Praktikum zur Algebra	45
Praktikum Mathematische Statistik	46

Praktikum Numerische Mathematik	47
<b>Masterseminare</b>	48
Masterseminar Zahlentheorie	49
Masterseminar zur Funktionalanalysis und Differentialgleichungen	50
Masterseminar über Funktionentheorie	52
Masterseminar zur Analysis	53
Masterseminar zur Diskreten Mathematik	54
Masterseminar zur Optimierung	55
Masterseminar zur Numerischen Mathematik	56
Masterseminar Angewandte Stochastik	57
<b>Abschlussmodul</b>	58