

# Modulhandbuch

## M.Sc. Mathematik

FernUniversität in Hagen  
Fakultät für Mathematik und Informatik

Stand:  
13.09.2021

# Inhaltsverzeichnis

<b>Basismodule</b>	3
<b>Spezialisierungsmodule: Angewandte Algebra und Diskrete Mathematik (AD)</b>	21
<b>Spezialisierungsmodule: Analysis und Numerische Mathematik (AN)</b>	30
<b>Spezialisierungsmodule: Stochastik und Mathematische Physik (SP)</b>	35
<b>Mathematische Praktika</b>	39
<b>Masterseminare</b>	43
<b>Abschlussmodul</b>	52
<i>Detailliertes Inhaltsverzeichnis</i>	54

# Basismodule

Lehrende/r	Silke Hartlieb	Modulbeauftragte/r	Silke Hartlieb
	Dauer des Moduls ein Semester	ECTS 10	Workload 300 Stunden
			Häufigkeit in jedem Wintersemester
Lehrveranstaltung(en)	01321 Mathematische Grundlagen der Kryptografie		WS SWS 4+2
Detaillierter Zeitaufwand	Bearbeiten der Kurseinheiten (7 mal 25 Stunden): 175 Stunden Einüben des Stoffes (z.B. durch Einsendeaufgaben): 75 Stunden Wiederholung und Prüfungsvorbereitung (u.a. Studientag): 50 Stunden		
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	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 dem Kurs 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. Die genauen Inhalte sind: <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" (01143) und des Moduls 61211 "Analysis" (01144). Die geforderten Voraussetzungen gehen über das hinaus, was in einem Studium der Informatik an Mathematikkenntnissen vermittelt wird.		
Lehr- und Betreuungsformen	Kursmaterial internetgestütztes Diskussionsforum Studientag/e Einsendeaufgaben mit Korrektur und/oder Musterlösung Betreuung und Beratung durch Lehrende Zusatzmaterial		
Anmerkung	-		
Formale Voraussetzung	keine		
Vertiefungsrichtung	Angewandte Algebra und Diskrete Mathematik (AD)		

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

<b>Prüfungsformen</b>		Art der Prüfungsleistung	Voraussetzung
Prüfung		bestandene benotete mündliche	keine
Stellenwert der Note	1/12	Modulprüfung	

61116

## Algebra

Lehrende/r	Steffen Kionke	Modulbeauftragte/r	Steffen Kionke
	Dauer des Moduls ein Semester	ECTS 10	Workload 300 Stunden
			Häufigkeit regelmäßig
Lehrveranstaltung(en)	01312 Algebra		SWS 4+2
Detaillierter Zeitaufwand	Bearbeitung der sieben Kurseinheiten: 154 Stunden (7x22 Stunden) Einüben des Stoffes (z.B. durch Einsendeaufgaben): 98 Stunden (7x14 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" (01141) und 61112 "Lineare Algebra" (01143) wird vorausgesetzt.		
Lehr- und Betreuungsformen	Kursmaterial Einsendeaufgaben mit Korrektur und/oder Musterlösung internetgestütztes Diskussionsforum Studientag/e Betreuung und Beratung durch Lehrende		
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		
<b>Prüfungsformen</b>	Art der Prüfungsleistung	Voraussetzung	
Prüfung	bestandene benotete mündliche	keine	
Stellenwert der Note	1/12 Modulprüfung		

61213

## Funktionalanalysis

Lehrende/r	Delio Mugnolo	Modulbeauftragte/r	Delio Mugnolo
	Dauer des Moduls ein Semester	ECTS 10	Workload 300 Stunden
			Häufigkeit in jedem Wintersemester
Lehrveranstaltung(en)	01245 Funktionalanalysis		WS SWS 4+2
Detaillierter Zeitaufwand	Bearbeiten der Kurseinheiten (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 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 dieses Kurses ist, eine Einführung in das große Gebiet der Funktionalanalysis zu geben. Folgende Stichworte, die gleichzeitig Titel der Kurseinheiten sind, umreißen den Inhalt des Kurses: - Metrische Räume - Normierte Räume - Lineare Operatoren - Funktionale und schwache Konvergenz - Lebesgue- und Sobolevräume - Hilberträume - Spektraltheorie		
Inhaltliche Voraussetzung	Modul 61211 "Analysis" (01144)		
Lehr- und Betreuungsformen	Kursmaterial Einsendeaufgaben mit Korrektur und/oder Musterlösung internetgestütztes Diskussionsforum Studientag/e		
Anmerkung	Kurstext in englischer Sprache! Früherer Titel: Funktionalanalysis I		
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	bestandene benotete mündliche	keine	
Stellenwert der Note	1/12 Modulprüfung		

61216

## Funktionentheorie

Lehrende/r	Joachim Kerner	Modulbeauftragte/r	Delio Mugnolo
	Dauer des Moduls ein Semester	ECTS 10	Workload 300 Stunden
			Häufigkeit in jedem Sommersemester
Lehrveranstaltung(en)	01340 Funktionentheorie		SS SWS 4+2
Detaillierter Zeitaufwand	Bearbeiten der Kurseinheiten (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 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" (01144)		
Lehr- und Betreuungsformen	Kursmaterial Einsendeaufgaben mit Korrektur und/oder Musterlösung internetgestütztes Diskussionsforum Studentag/e		
Anmerkung	Früherer Titel des Kurses: 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		
<b>Prüfungsformen</b>	Art der Prüfungsleistung	Voraussetzung	
Prüfung	bestandene benotete mündliche	keine	
Stellenwert der Note	1/12 Modulprüfung		



61217

## Topologische Räume

Lehrende/r	Matthias Täufer	Modulbeauftragte/r	Delio Mugnolo
	Dauer des Moduls ein Semester	ECTS 10	Workload 300 Stunden
			Häufigkeit in jedem Sommersemester
Lehrveranstaltung(en)	01354 Topologische Räume		SS SWS 4+2
Detaillierter Zeitaufwand	Bearbeiten der Kurseinheiten (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	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Topologische Strukturen</li> <li>• Beispiele von topologischen Räumen</li> <li>• Konvergenzbegriffe in topologischen Räumen</li> <li>• Stetige Abbildungen</li> <li>• Fundamentalkonstruktionen</li> <li>• Trennungssaxiome</li> <li>• Zusammenhangseigenschaften</li> <li>• Kompaktheitseigenschaften</li> </ul>		
Inhaltliche Voraussetzung	Module 61111 "Mathematische Grundlagen" (01141) und 61211 "Analysis" (01144) (oder deren Inhalte)		
Lehr- und Betreuungsformen	Kursmaterial 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		
<b>Prüfungsformen</b>	Art der Prüfungsleistung	Voraussetzung	
Prüfung	bestandene benotete mündliche	keine	
Stellenwert der Note	1/12 Modulprüfung		

61218

## Partielle Differentialgleichungen

Lehrende/r	Delio Mugnolo	Modulbeauftragte/r	Delio Mugnolo
	Dauer des Moduls ein Semester	ECTS 10	Workload 300 Stunden
			Häufigkeit in jedem Sommersemester
Lehrveranstaltung(en)	01380 Partielle Differentialgleichungen		SS SWS 4+2
Detaillierter Zeitaufwand	Bearbeiten der Kurseinheiten (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" (01144)		
Lehr- und Betreuungsformen	Kursmaterial 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. Mathematik		
<b>Prüfungsformen</b>	Art der Prüfungsleistung	Voraussetzung	
Prüfung	bestandene benotete mündliche	keine	
Stellenwert der Note	1/12 Modulprüfung		

61316

## Parametrische Statistik

Lehrende/r	Wolfgang Spitzer	Modulbeauftragte/r	Wolfgang Spitzer
	Dauer des Moduls ein Semester	ECTS 10	Workload 300 Stunden
			Häufigkeit in jedem Wintersemester
Lehrveranstaltung(en)	01363 Parametrische Statistik		WS SWS 4+2
Detaillierter Zeitaufwand	Bearbeiten der Kurseinheiten: 150 Stunden Einüben des Stoffes: 150 Stunden		
Qualifikationsziele	Aufbauend auf den Inhalten der Kurse "Einführung in die Stochastik" und "Maß- und Integrationstheorie" ist dieser Kurs 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 Kurseinheit gibt eine Einführung in die Statistiksoftware R, die in diesem Kurs 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" (01146)" und 61611 "Maß- und Integrationstheorie" (01145)		
Lehr- und Betreuungsformen	Kursmaterial Einsendeaufgaben mit Korrektur und/oder Musterlösung internetgestütztes Diskussionsforum Betreuung und Beratung durch Lehrende Lehrvideos		
Anmerkung	Keine		
Formale Voraussetzung	keine		
Vertiefungsrichtung	Stochastik und Mathematische Physik (SP)		
Verwendung des Moduls	B.Sc. Mathematik B.Sc. Mathematisch-technische Softwareentwicklung M.Sc. Mathematik		
<b>Prüfungsformen</b>	Art der Prüfungsleistung	Voraussetzung	
Prüfung	bestandene benotete mündliche	keine	
Stellenwert der Note	1/12 Modulprüfung		

61415

## Nichtlineare Optimierung

Lehrende/r	Winfried Hochstättler	Modulbeauftragte/r	Winfried Hochstättler
	Dauer des Moduls ein Semester	ECTS 10	Workload 300 Stunden
			Häufigkeit in jedem Wintersemester
Lehrveranstaltung(en)	01221 Einführung in die nichtlineare Optimierung		WS SWS 4+2
Detaillierter Zeitaufwand	Bearbeiten der Kurseinheiten (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" (01143), 61211 "Analysis" (01144) und 61511 "Numerische Mathematik I" (01270) oder deren Inhalte		
Lehr- und Betreuungsformen	Kursmaterial 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. Mathematik		

## Prüfungsformen

Prüfung

Stellenwert  
der Note 1/12

Art der Prüfungsleistung

bestandene benotete mündliche  
Modulprüfung

Voraussetzung

keine

61417

## Graphentheorie

Lehrende/r	Winfried Hochstättler	Modulbeauftragte/r	Winfried Hochstättler
	Dauer des Moduls ein Semester	ECTS 10	Workload 300 Stunden
			Häufigkeit in jedem Wintersemester
Lehrveranstaltung(en)	01306 Graphentheorie		WS SWS 4+2
Detaillierter Zeitaufwand	Bearbeiten der Kurseinheiten (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 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; Flüsse in Netzwerken und die Mengerschen Sätze; unabhängige und bedeckte Mengen in bipartiten und allgemeinen Graphen; Knoten und Kantenfärbungen, das chromatische Polynom.		
Inhaltliche Voraussetzung	Module 61111 "Mathematische Grundlagen" (01141) und 61112 "Lineare Algebra" (01143) (oder deren Inhalt)		
Lehr- und Betreuungsformen	Kursmaterial internetgestütztes Diskussionsforum Studenttag/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		
<b>Prüfungsformen</b>	Art der Prüfungsleistung	Voraussetzung	
Prüfung	bestandene benotete mündliche	keine	
Stellenwert der Note	1/12 Modulprüfung		

61512

## Numerische Mathematik II

Lehrende/r

Arnd Deckers

Modulbeauftragte/r

Torsten O. Linß

Brice Girol

Torsten O. Linß

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

Lehrveranstaltung(en)

01372 Numerische Mathematik II

WS

SWS  
4+2

Detaillierter Zeitaufwand

Bearbeiten der Kurseinheiten (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" (01270) (oder dessen Inhalt)

Lehr- und  
Betreuungsformen

Kursmaterial  
 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

bestandene benotete mündliche

keine

Stellenwert  
der Note

1/12

Modulprüfung

Lehrende/r	Torsten O. Linß Michael-Ralf Skrzypek	Modulbeauftragte/r	Michael-Ralf Skrzypek
	Dauer des Moduls ein Semester	ECTS 10	Workload 300 Stunden
			Häufigkeit s. Anmerkung
Lehrveranstaltung(en)	01276 Mathematische Grundlagen von Multimedia		SWS 4+2
Detaillierter Zeitaufwand	Bearbeiten der Kurseinheiten (7 mal 20 Stunden): 140 Stunden Einüben des Stoffes, insbesondere durch Einsendeaufgaben (7 mal 15 Stunden): 105 Stunden Wiederholung u. Prüfungsvorbereitung: 55 Stunden		
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	In dem Kurs 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. Der Kurs hat folgenden Inhalt: <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" (01144) und 61112 "Lineare Algebra" (01143) (oder deren Inhalte)		
Lehr- und Betreuungsformen	internetgestütztes Diskussionsforum Kursmaterial Einsendeaufgaben mit Korrektur und/oder Musterlösung Betreuung und Beratung durch Lehrende		
Anmerkung	Es wird als Selbsttest empfohlen, spätestens vor einer Prüfung die Einsendeaufgaben ohne Zuhilfenahme von Lösungshinweisen zu bearbeiten. Das Modul kann im WS 2021/22 und im SS 2022 nicht belegt werden. Ab dem WS 2022/23 kann das Modul in jedem Wintersemester belegt werden. Eine Prüfungsteilnahme ist in jedem Semester möglich.		



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>	<b>Art der Prüfungsleistung</b>	<b>Voraussetzung</b>
Prüfung	bestandene benotete mündliche	keine
Stellenwert der Note	1/12 Modulprüfung	

61612

## Wahrscheinlichkeitstheorie

Lehrende/r	Werner Kirsch Michael Fleermann Gábor Tóth	Modulbeauftragte/r	Werner Kirsch
	Dauer des Moduls ein Semester	ECTS 10	Workload 300 Stunden
			Häufigkeit in jedem Sommersemester
Lehrveranstaltung(en)	01263 Wahrscheinlichkeitstheorie II		SS SWS 4+2
Detaillierter Zeitaufwand	Bearbeiten der Kurseinheiten (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 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	Wiederholung der Maß- und Integrationstheorie, Zufallsvariablen, Unabhängigkeit, bedingte Erwartungen, Gesetze der großen Zahlen, zentraler Grenzwertsatz, Prinzipien der großen Abweichungen, Markovprozesse.		
Inhaltliche Voraussetzung	Module 61611 "Maß- und Integrationstheorie" (01145) (oder dessen Inhalt) und 61311 "Einführung in die Stochastik" (01146) sind hilfreich.		
Lehr- und Betreuungsformen	Kursmaterial Einsendeaufgaben mit Korrektur und/oder Musterlösung internetgestütztes Diskussionsforum Betreuung und Beratung durch Lehrende		
Anmerkung	-		
Formale Voraussetzung	keine		
Vertiefungsrichtung	Stochastik und Mathematische Physik (SP)		
Verwendung des Moduls	B.Sc. Mathematik B.Sc. Mathematisch-technische Softwareentwicklung M.Sc. Mathematik		
<b>Prüfungsformen</b>	Art der Prüfungsleistung	Voraussetzung	
Prüfung	bestandene benotete mündliche	keine	
Stellenwert der Note	1/12 Modulprüfung		

Lehrende/r	André Schulz	Modulbeauftragte/r	André Schulz
	Dauer des Moduls ein Semester	ECTS 10	Workload 300 Stunden
			Häufigkeit in jedem Semester
Lehrveranstaltung(en)	01659 Grundlagen der Theoretischen Informatik		WS/SS SWS 4+2
Detaillierter Zeitaufwand	Das Modul besteht aus 7 Kurseinheiten. Bearbeitungszeit je Kurseinheit (inkl. Übungs- und Einsendeaufgaben): 28 Stunden (insgesamt 196 Stunden). Hinzu kommen 104 Stunden für Studientage und Prüfungsvorbereitung.		
Qualifikationsziele	Nach Bearbeiten des Kurses 01659 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	<p>Im ersten Kursteil 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.</p> <p>Der zweite Kursteil widmet sich zuerst den nichtentscheidbaren Problemen. Hier werden wichtige Probleme, wie das Halteproblem, vorgestellt und wichtige Konsequenzen (Satz von Rice, Rekursionstheorem, Postisches 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.</p>		
Inhaltliche Voraussetzung	Elementare Begriffe und Methoden der Mathematik, wie sie in den einführenden Mathematikkursen des Studiengangs verwendet werden.		
Lehr- und Betreuungsformen	Kursmaterial Einsendeaufgaben mit Korrektur und/oder Musterlösung internetgestütztes Diskussionsforum Studientag/e fachmentorielle Betreuung (Regional- und Studienzentren) 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		bestandene benotete mündliche	keine
Stellenwert der Note	1/12	Modulprüfung	

# Spezialisierungsmodule: Angewandte Algebra und Diskrete Mathematik (AD)

61117

## Gruppentheorie

Lehrende/r

Steffen Kionke  
Eduard Schesler

Modulbeauftragte/r Steffen Kionke

Dauer des Moduls  
ein SemesterECTS  
10Workload  
300 StundenHäufigkeit  
regelmäßig

Lehrveranstaltung(en)

01324 Gruppentheorie

regelmäßig SWS  
4+2

Detaillierter Zeitaufwand

Bearbeitung der sieben Kurseinheiten: 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

Inhalte:

- Grundlagen der Gruppentheorie
- Gruppenwirkungen
- Direkte und semidirekte Produkte von Gruppen
- Freie Gruppen und der Satz von Nielsen-Schreier
- Präsentationen von Gruppen
- Abelsche und auflösbare Gruppen
- Freie amalgamierte Produkte und HNN-Erweiterungen
- Grundlagen der Bass-Serre Theorie
- Grundlagen der geometrischen Gruppentheorie
- Hyperbolische Gruppen

Inhaltliche  
Voraussetzung

--

Lehr- und  
Betreuungsformen

Lehrvideos  
 Kursmaterial  
 Einsendeaufgaben mit Korrektur und/oder Musterlösung  
 internetgestütztes Diskussionsforum  
 Studientag/e  
 Betreuung und Beratung durch Lehrende

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

Prüfung

Stellenwert  
der Note 1/12

Art der Prüfungsleistung

bestandene benotete mündliche  
Modulprüfung

Voraussetzung

Lehrende/r	Winfried Hochstättler	Modulbeauftragte/r	Winfried Hochstättler
	Dauer des Moduls ein Semester	ECTS 10	Workload 300 Stunden
			Häufigkeit in jedem Wintersemester
Lehrveranstaltung(en)	01215 Diskrete Mathematik		WS SWS 4+2
Detaillierter Zeitaufwand	Bearbeiten der Kurseinheiten (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	<p>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 eines Kurses 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.</p> <p>Im Laufe des Kurses 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:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systeme verschiedener Repräsentanten</li> <li>• Der Satz von Dilworth und extremale Mengentheorie</li> <li>• Das Prinzip der Inklusion und Exklusion; Inversionsformeln</li> <li>• Permanenten</li> <li>• Elementare Abzählprobleme; Stirling Zahlen</li> <li>• Rekursionen und erzeugende Funktionen</li> <li>• Partitionen</li> <li>• (0,1)-Matrizen</li> <li>• Lateinische Quadrate</li> <li>• Hadamard Matrizen, Reed-Muller Codes</li> <li>• Designs</li> <li>• Stark reguläre Graphen und Teilgeometrien</li> </ul>		



- Projektive und kombinatorische Geometrien

In einem Kurs 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" (01141), 61112 "Lineare Algebra" (01143), 61211 "Analysis" (01144) (oder deren Inhalte)

**Lehr- und  
Betreuungsformen**

internetgestütztes Diskussionsforum  
 Studenttag/e  
 Zusatzmaterial  
 Einsendeaufgaben mit Korrektur und/oder Musterlösung  
 Kursmaterial

**Anmerkung**

Der Basistext muss vor Semesterbeginn beschafft werden. Basistext: M. Aigner: Diskrete Mathematik.

**Formale Voraussetzung**

keine

**Vertiefungsrichtung**

Angewandte Algebra und Diskrete Mathematik (AD)

**Verwendung des Moduls**

M.Sc. Mathematik

**Prüfungsformen**

**Art der Prüfungsleistung**

**Voraussetzung**

Prüfung

bestandene benotete mündliche  
 Modulprüfung

keine

Stellenwert  
 der Note

1/12

61414

## Effiziente Graphenalgorithmen

Lehrende/r	Winfried Hochstättler	Modulbeauftragte/r	Winfried Hochstättler
	Dauer des Moduls ein Semester	ECTS 10	Workload 300 Stunden
			Häufigkeit in jedem Wintersemester
Lehrveranstaltung(en)	01216	Kombinatorische Optimierung - Effiziente Graphenalgorithmen	
		WS	SWS 4+2
Detaillierter Zeitaufwand	Bearbeiten der Kurseinheiten (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 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	Modul 61111 "Mathematische Grundlagen" (01141), 61411 "Algorithmische Mathematik" (01142)		
Lehr- und Betreuungsformen	internetgestütztes Diskussionsforum Studientag/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. Informatik M.Sc. Mathematik M.Sc. Praktische Informatik M.Sc. Wirtschaftsinformatik		

## Prüfungsformen

Prüfung

Stellenwert  
der Note 1/12

Art der Prüfungsleistung

bestandene benotete mündliche  
Modulprüfung

Voraussetzung

keine

63914

## Komplexitätstheorie

Lehrende/r	André Schulz	Modulbeauftragte/r	André Schulz
	Dauer des Moduls ein Semester	ECTS 10	Workload 300 Stunden
			Häufigkeit in jedem Wintersemester
Lehrveranstaltung(en)	01686	Komplexitätstheorie	WS SWS 4+2
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	<p>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.</p> <p>Im Kurs 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.</p> <p>U.a. werden folgende Themen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- grundlegende Komplexitätsklassen</li> <li>- NP-Vollständigkeit</li> <li>- Interaktive Beweissysteme</li> <li>- probabilistische Komplexitätsklassen</li> <li>- Approximation</li> </ul>		
Inhaltliche Voraussetzung	Grundlagen der theoretischen Informatik, wie sie z.B. im Modul 63912 "Grundlagen der Theoretischen Informatik" (01659) des Bachelorstudiengangs Informatik vermittelt werden.		
Lehr- und Betreuungsformen	Kursmaterial 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

bestandene benotete mündliche  
Modulprüfung

Voraussetzung

keine

# Spezialisierungsmodule: Analysis und Numerische Mathematik (AN)

61215

## Differentialgeometrie

Lehrende/r

Delio Mugnolo  
Joachim Kerner

Modulbeauftragte/r

Delio Mugnolo

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

Lehrveranstaltung(en)

01331 Differentialgeometrie

WS

SWS  
4+2

Detaillierter Zeitaufwand

Bearbeiten der Kurseinheiten (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 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" (01144)

Lehr- und  
Betreuungsformen

Kursmaterial

Einsendeaufgaben mit Korrektur und/oder Musterlösung

internetgestütztes Diskussionsforum

Studientag/e

Anmerkung

-

Formale Voraussetzung

keine

Vertiefungsrichtung

Analysis und Numerische Mathematik (AN)

Verwendung des Moduls

M.Sc. Mathematik

**Prüfungsformen**

Art der Prüfungsleistung

Voraussetzung

Prüfung

bestandene benotete mündliche

keine

Stellenwert  
der Note

1/12

Modulprüfung

61513

## Numerische Behandlung gewöhnlicher Differentialgleichungen

Lehrende/r	Torsten O. Linß	Modulbeauftragte/r	Torsten O. Linß
	Dauer des Moduls ein Semester	ECTS 10	Workload 300 Stunden
			Häufigkeit regelmäßig
Lehrveranstaltung(en)	01374 Numerische Behandlung gewöhnlicher Differentialgleichungen		SWS 4+2
Detaillierter Zeitaufwand	Bearbeiten der Kurseinheiten (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" (01270) (oder dessen Inhalt)		
Lehr- und Betreuungsformen	Kursmaterial Einsendeaufgaben mit Korrektur und/oder Musterlösung internetgestütztes Diskussionsforum Betreuung und Beratung durch Lehrende		
Anmerkung	Der Basistext muss vor Semesterbeginn beschafft werden. Basistext: Strehmel, Weiner, Podhaisky: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen, Springer 2012		
Formale Voraussetzung	keine		
Vertiefungsrichtung	Analysis und Numerische Mathematik (AN)		
Verwendung des Moduls	M.Sc. Mathematik		
<b>Prüfungsformen</b>	Art der Prüfungsleistung	Voraussetzung	
Prüfung	bestandene benotete mündliche	keine	
Stellenwert der Note	1/12	Modulprüfung	



Lehrende/r	Torsten O. Linß Michael-Ralf Skrzipek	Modulbeauftragte/r	Michael-Ralf Skrzipek
	Dauer des Moduls ein Semester	ECTS 10	Workload 300 Stunden
			Häufigkeit unregelmäßig
Lehrveranstaltung(en)	01370 Mathematische Systemtheorie		SWS 4+2
Detaillierter Zeitaufwand	Bearbeiten der Kurseinheiten (7 mal 20 Stunden): 140 Stunden Einüben des Stoffes, insbesondere durch Einsendeaufgaben (7 mal 15 Stunden): 105 Stunden Wiederholung u. Prüfungsvorbereitung: 55 Stunden		
Qualifikationsziele	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verbesserung der Fähigkeit zur Beschreibung und dem Lösen verschiedener Fragestellungen in Naturwissenschaft und Technik im systemtheoretischen Kontext mit mathematischen Mitteln.</li> <li>- Gegebene Systeme sollen mittels geeigneter mathematischer Methoden dargestellt, analysiert sowie Strukturzerlegungen für diese durchgeführt werden können</li> <li>- Bewertung der Verfahren und Aufzeigen deren Grenzen im Hinblick auf das System sowie eventuelles Modifizieren der Ansätze um diese für spezielle oder andere, ähnliche Systeme zu adaptieren.</li> <li>- Abtastung und Rekonstruktion von analogen Signalen</li> <li>- Beschreibung, Analyse und Realisierung analoger und diskreter LTI-Systeme mit geeigneten mathematischen Methoden und Vertrautheit mit diesen (z.B. z-Transformation, Fourier-Theorie, Wavelets)</li> </ul>		
Inhalte	<p>Vielen Bereichen der Naturwissenschaft und Technik liegen analoge oder digitale Systeme zugrunde. Insbesondere letztere haben im Zuge der Digitalisierung nahezu alle Bereiche des täglichen Lebens durchdrungen. In der modernen Digitaltechnik spielen vor allem die sogenannten zeitdiskreten Systeme eine wichtige Rolle.</p> <p>In diesem Modul sollen die mathematischen Grundlagen für eine Analyse derartiger Systeme entwickelt werden. Parallel zum Aufbau der Theorie werden konkrete Anwendungen behandelt, so dass das Modul sowohl für Mathematiker, die auch die Anwendungen kennenlernen wollen, als auch für Anwender aus dem Bereich der Signalverarbeitung, die an den mathematischen Grundlagen interessiert sind, von Nutzen ist.</p> <p>Der Kurs hat folgenden Inhalt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Das Modellproblem: Audio</li> <li>- Fehler und Stabilität</li> <li>- Polynome und rationale Funktionen</li> <li>- Präliminarien aus der Funktionentheorie</li> <li>- Diskrete LTI-Systeme und die z-Transformation</li> <li>- Fourier-Reihen</li> <li>- Analoge LTI-Systeme und die Fourier-Transformation</li> <li>- Abtastung analoger Signale und ihre Rekonstruktion</li> <li>- Mehrphasenrealisierung diskreter LTI-Systeme</li> <li>- Wavelets</li> </ul>		
Inhaltliche Voraussetzung	Im Kurs werden Resultate aus der Numerik und Analysis, insbesondere aus der Funktionentheorie, benutzt. Diese werden im Kurstext bereitgestellt. Weitere Kenntnisse aus 61511 "Numerische Mathematik I" (01270), 61216 "Funktionentheorie" (01340) sind aber trotzdem nützlich.		

Lehr- und Betreuungsformen	internetgestütztes Diskussionsforum Betreuung und Beratung durch Lehrende Einsendeaufgaben mit Korrektur und/oder Musterlösung Kursmaterial
Anmerkung	Es wird als Selbsttest empfohlen, spätestens vor einer Prüfung die Einsendeaufgaben ohne Zuhilfenahme von Lösungshinweisen zu bearbeiten. Das Modul kann letztmalig im WS 2021/22 belegt werden. Eine Prüfungsteilnahme ist nur noch bis einschließlich WS 2022/23 möglich.
Formale Voraussetzung	keine
Vertiefungsrichtung	Analysis und Numerische Mathematik (AN)
Verwendung des Moduls	M.Sc. Mathematik

<b>Prüfungsformen</b>		Art der Prüfungsleistung	Voraussetzung
Prüfung		bestandene benotete mündliche	
Stellenwert der Note	1/12	Modulprüfung	

# Spezialisierungsmodule: Stochastik und Mathematische Physik (SP)

61312

## Lineare Operatoren im Hilbertraum

Lehrende/r	Werner Kirsch Wolfgang Spitzer	Modulbeauftragte/r	Wolfgang Spitzer
	Dauer des Moduls ein Semester	ECTS 10	Workload 300 Stunden
			Häufigkeit in jedem Sommersemester
Lehrveranstaltung(en)	01347 Lineare Operatoren im Hilbertraum		SS SWS 4+2
Detaillierter Zeitaufwand	Bearbeiten der Kurseinheiten (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" (1144), 61112 "Lineare Algebra" (01143) und 61611 "Maß- und Integrationstheorie" (01145) (oder deren Inhalte)		
Lehr- und Betreuungsformen	Kursmaterial Einsendeaufgaben mit Korrektur und/oder Musterlösung internetgestütztes Diskussionsforum Studientag/e Betreuung und Beratung durch Lehrende		
Anmerkung	-		
Formale Voraussetzung	keine		
Vertiefungsrichtung	Stochastik und Mathematische Physik (SP)		
Verwendung des Moduls	M.Sc. Mathematik		
<b>Prüfungsformen</b>	Art der Prüfungsleistung	Voraussetzung	
Prüfung	bestandene benotete mündliche	keine	
Stellenwert der Note	1/12 Modulprüfung		

61313

## Schätztheorie

Lehrende/r	Michael Fleermann	Modulbeauftragte/r	Michael Fleermann
	Dauer des Moduls ein Semester	ECTS 10	Workload 300 Stunden
			Häufigkeit in jedem Wintersemester
Lehrveranstaltung(en)	01358 Schätztheorie		WS SWS 4+2
Detaillierter Zeitaufwand	Bearbeiten der Kurseinheiten (7 mal 20 Stunden): 140 Stunden Einüben des Stoffes (insbesondere durch Einsendeaufgaben; 7 mal 15 Stunden): 105 Stunden Wiederholung und Prüfungsvorbereitung (Studentenag und Selbststudium): 55 Stunden		
Qualifikationsziele	Aufbauend auf Grundkenntnissen aus den Kursen „Einführung in die Stochastik“, „Maß- und Integrationstheorie“ und „Wahrscheinlichkeitstheorie“ wird die mathematische Theorie des Schätzens methodisch vertieft. Es werden Optimalitätskonzepte für Punktschätzer erarbeitet und ihre Umsetzung in der Praxis diskutiert.		
Inhalte	Abriss über bedingte Erwartung und Statistische Räume Das Schätzproblem Erwartungstreue Schätzer Schätzer mit Minimalvarianz Vollständigkeit einer Statistik Rao-Cramer Ungleichung		
Inhaltliche Voraussetzung	Module 61311 "Einführung in die Stochastik" (01146), 61611 "Maß- und Integrationstheorie" (01145) und 61612 "Wahrscheinlichkeitstheorie" (01263) (oder deren Inhalte)		
Lehr- und Betreuungsformen	Kursmaterial Einsendeaufgaben mit Korrektur und/oder Musterlösung internetgestütztes Diskussionsforum Betreuung und Beratung durch Lehrende Zusatzmaterial		
Anmerkung	-		
Formale Voraussetzung	keine		
Vertiefungsrichtung	Stochastik und Mathematische Physik (SP)		
Verwendung des Moduls	M.Sc. Mathematik		
<b>Prüfungsformen</b>	<b>Art der Prüfungsleistung</b>	<b>Voraussetzung</b>	
Prüfung	bestandene benotete mündliche	erfolgreiche Bearbeitung der Problemlblätter	
Stellenwert der Note	1/12 Modulprüfung	(empfohlen)	

## 61314 Stochastische Prozesse

Lehrende/r	Werner Kirsch Michael Fleermann Gábor Tóth	Modulbeauftragte/r	Werner Kirsch
	Dauer des Moduls ein Semester	ECTS 10	Workload 300 Stunden
			Häufigkeit in jedem Wintersemester
Lehrveranstaltung(en)	01364 Stochastische Prozesse		WS SWS 4+2
Detaillierter Zeitaufwand	Bearbeiten der Kurseinheiten (7 mal 20 Stunden): 140 Stunden Einüben des Stoffes (insbesondere durch Einsendeaufgaben; 7 mal 15 Stunden): 105 Stunden Wiederholung und Prüfungsvorbereitung (Studententag und Selbststudium): 55 Stunden		
Qualifikationsziele	Die Studierenden beherrschen die Modellierung zufälliger Vorgänge durch stochastische Prozesse, insbesondere durch Markovprozesse. Sie sind in der Lage, stochastische Modellierungen, etwa in Versicherungs- oder Finanzmathematik anzuwenden und weiterzuentwickeln.		
Inhalte	Grundbegriffe zu stochastischen Prozessen Markovprozesse Poissonprozess Brownsche Bewegung Stochastische Integrale und Ito-Formel Diffusionsprozesse Anwendungen		
Inhaltliche Voraussetzung	Module 61311 "Einführung in die Stochastik" (01146), 61611 "Maß- und Integrationstheorie" (01145) und 61612 "Wahrscheinlichkeitstheorie" (01263) (oder deren Inhalte)		
Lehr- und Betreuungsformen	Kursmaterial Einsendeaufgaben mit Korrektur und/oder Musterlösung internetgestütztes Diskussionsforum Betreuung und Beratung durch Lehrende		
Anmerkung	-		
Formale Voraussetzung	keine		
Vertiefungsrichtung	Stochastik und Mathematische Physik (SP)		
Verwendung des Moduls	M.Sc. Mathematik		
<b>Prüfungsformen</b>	Art der Prüfungsleistung	Voraussetzung	
Prüfung	bestandene benotete mündliche	keine	
Stellenwert der Note	1/12 Modulprüfung		

# Mathematische Praktika

Lehrende/r	Steffen Kionke	Modulbeauftragte/r	Steffen Kionke
	Dauer des Moduls ein Semester	ECTS 10	Workload 300 Stunden
			Häufigkeit regelmäßig
Lehrveranstaltung(en)	01106	Praktikum zur Algebra	SWS 2
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 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" (01143) und 61113 "Elementare Zahlentheorie mit Maple" (01202)		
Lehr- und Betreuungsformen	Betreuung und Beratung durch Lehrende internetgestütztes Diskussionsforum Kursmaterial		
Anmerkung	Für die Teilnahme an dieser Veranstaltung ist neben der Belegung ein gesondertes Anmeldeverfahren im Vorsemester über folgenden Link erforderlich: <a href="https://webregis.fernuni-hagen.de">https://webregis.fernuni-hagen.de</a>		
Formale Voraussetzung	keine		
Vertiefungsrichtung	Angewandte Algebra und Diskrete Mathematik (AD)		
Verwendung des Moduls	B.Sc. Mathematik B.Sc. Mathematisch-technische Softwareentwicklung M.Sc. Mathematik		
<b>Prüfungsformen</b>	<b>Art der Prüfungsleistung</b>	<b>Voraussetzung</b>	
Prüfung	erfolgreich bearbeitete	erfolgreiche Bearbeitung eines Projekts,	
Stellenwert der Note	1/12 Praktikumsaufgabe	Ausarbeitung und Präsentation	



61381

## Praktikum Mathematische Statistik

Lehrende/r	Werner Kirsch Wolfgang Spitzer	Modulbeauftragte/r	Wolfgang Spitzer
	Dauer des Moduls ein Semester	ECTS 10	Workload 300 Stunden
			Häufigkeit in jedem Sommersemester
Lehrveranstaltung(en)	01084 Statistisches Praktikum		SS SWS 2
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	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maximum-Likelihood-Methode</li> <li>• Konfidenzintervall</li> <li>• Methode der kleinsten Quadrate</li> <li>• Testen von Hypothesen, Entscheidungen</li> <li>• Tests für Normalverteilungen</li> <li>• Varianzanalyse</li> <li>• Regression, Korrelation, Zufallsmatrizen, zufällige Permutationen</li> </ul>		
Inhaltliche Voraussetzung	Modul 61311 "Einführung in die Stochastik" (01146) (oder dessen Inhalt)		
Lehr- und Betreuungsformen	Betreuung und Beratung durch Lehrende Zusatzmaterial		
Anmerkung	Für die Teilnahme an dieser Veranstaltung ist neben der Belegung ein gesondertes Anmeldeverfahren im Vorsemester über folgenden Link erforderlich: <a href="https://webregis.fernuni-hagen.de">https://webregis.fernuni-hagen.de</a>		
Formale Voraussetzung	keine		
Vertiefungsrichtung	Stochastik und Mathematische Physik (SP)		
Verwendung des Moduls	B.Sc. Mathematik B.Sc. Mathematisch-technische Softwareentwicklung M.Sc. Mathematik		
<b>Prüfungsformen</b>	Art der Prüfungsleistung		Voraussetzung
Prüfung	erfolgreich bearbeitete Praktikumsaufgabe		erfolgreiche Bearbeitung (Theorie mit schriftlichen Ausarbeitungen, Implementierung, Austesten) und Präsentation des gestellten Themas
Stellenwert der Note	1/12		

61581

## Praktikum Numerische Mathematik

Lehrende/r	Torsten O. Linß Arnd Deckers Brice Girol	Modulbeauftragte/r	Torsten O. Linß
	Dauer des Moduls ein Semester	ECTS 10	Workload 300 Stunden
			Häufigkeit in jedem Wintersemester
Lehrveranstaltung(en)	01074	Praktikum zur Numerischen Mathematik	WS SWS 2
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, schwerpunktmäßig aus der Numerischen Mathematik, sind in Form einer Praktikumsaufgabe weitgehend selbstständig zu bearbeiten. Bei Problemstellungen aus der Angewandten Mathematik ist zunächst ein mathematisches Modell zu erarbeiten. 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" (01270), Programmierkenntnisse (z.B. Modul 63811 "Einführung in die imperative Programmierung" (01613)		
Lehr- und Betreuungsformen	Betreuung und Beratung durch Lehrende Zusatzmaterial		
Anmerkung	Für die Teilnahme an dieser Veranstaltung ist neben der Belegung ein gesondertes Anmeldeverfahren im Vorsemester über folgenden Link erforderlich: <a href="https://webregis.fernuni-hagen.de">https://webregis.fernuni-hagen.de</a>		
Formale Voraussetzung	keine		
Vertiefungsrichtung			
Verwendung des Moduls	B.Sc. Mathematik B.Sc. Mathematisch-technische Softwareentwicklung M.Sc. Mathematik		
<b>Prüfungsformen</b>	Art der Prüfungsleistung	Voraussetzung	
Prüfung	erfolgreich bearbeitete Praktikumsaufgabe	erfolgreiche Bearbeitung (Theorie mit schriftlichen Ausarbeitungen, Implementierung, Austesten) und Präsentation des gestellten Themas, aktive Teilnahme an Fachdiskussionen	
Stellenwert der Note	1/12		

# Masterseminare

61176

## Seminar Zahlentheorie

Lehrende/r	Steffen Kionke	Modulbeauftragte/r	Steffen Kionke
	Dauer des Moduls ein Semester	ECTS 10	Workload 300 Stunden
			Häufigkeit regelmäßig
Lehrveranstaltung(en)	01107 Seminar Zahlentheorie		SWS 2
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" (01202), 61112 "Lineare Algebra" (01143) und 61211 "Analysis" (01144).		
Lehr- und Betreuungsformen	Betreuung und Beratung durch Lehrende		
Anmerkung	Für die Teilnahme an dieser Veranstaltung ist neben der Belegung ein gesondertes Anmeldeverfahren im Vorsemester über folgenden Link erforderlich: <a href="https://webregis.fernuni-hagen.de">https://webregis.fernuni-hagen.de</a>  Der Präsenztermin findet in der Regel an einem Wochenende statt und dauert zwei Tage.		
Formale Voraussetzung	keine		
Vertiefungsrichtung	Angewandte Algebra und Diskrete Mathematik (AD)		
Verwendung des Moduls	M.Sc. Mathematik		
<b>Prüfungsformen</b>	Art der Prüfungsleistung	Voraussetzung	
Prüfung	erfolgreiche Seminarteilnahme	Ausarbeitung, Präsentation	
Stellenwert der Note	1/12 (Ausarbeitung und Vortrag)		

61276

## Seminar Funktionalanalysis und Differentialgleichungen

Lehrende/r	Delio Mugnolo	Modulbeauftragte/r	Delio Mugnolo
	Dauer des Moduls ein Semester	ECTS 10	Workload 300 Stunden
			Häufigkeit in jedem Wintersemester
Lehrveranstaltung(en)	01056 Seminar zur Funktionalanalysis und Differentialgleichungen	WS	SWS 2
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" (01141), 61112 "Lineare Algebra" (01143), 61211 "Analysis" (01144) sowie 61213 "Funktionalanalysis" (01245) oder 61218 "Partielle Differentialgleichungen" (01380)		
Lehr- und Betreuungsformen	Betreuung und Beratung durch Lehrende		
Anmerkung	Für die Teilnahme an dieser Veranstaltung ist neben der Belegung 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 1/12  
der Note

Art der Prüfungsleistung

erfolgreiche Seminarteilnahme  
(Ausarbeitung und Vortrag)

Voraussetzung

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

61279

## Seminar zur Funktionentheorie

Lehrende/r	Andrei Duma Delio Mugnolo	Modulbeauftragte/r	Delio Mugnolo
	Dauer des Moduls ein Semester	ECTS 10	Workload 300 Stunden
			Häufigkeit in jedem Sommersemester
Lehrveranstaltung(en)	01073 Seminar über Funktionentheorie		SS SWS 2
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	z.B. Satz von Montel, Riemannscher Abbildungssatz, Automorphismen, Produkte von meromorphen Funktionen, elliptische Funktionen.		
Inhaltliche Voraussetzung	Modul 61211 "Analysis" (01144)		
Lehr- und Betreuungsformen	Betreuung und Beratung durch Lehrende		
Anmerkung	Für die Teilnahme an dieser Veranstaltung ist neben der Belegung 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 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	erfolgreiche Seminarteilnahme (Ausarbeitung und Vortrag)	schriftliche Ausarbeitung des Themas und dessen Präsentation	
Stellenwert der Note	1/12		

## 61283 Seminar zur Analysis

Lehrende/r	Delio Mugnolo	<b>Modulbeauftragte/r</b>	Delio Mugnolo
	Dauer des Moduls ein Semester	ECTS 10	Workload 300 Stunden
			Häufigkeit in jedem Sommersemester
Lehrveranstaltung(en)	01028 Seminar zur Analysis		WS SWS 2
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, der Fourieranalyse und der endlichdimensionalen Funktionalanalysis vermittelt.		
Inhaltliche Voraussetzung	Module 61111 "Mathematische Grundlagen" (01141), 61112 "Lineare Algebra" (01143), 61211 "Analysis" (01144) vorteilhaft 61213 "Funktionalanalysis" (01245)		
Lehr- und Betreuungsformen	Betreuung und Beratung durch Lehrende		
Anmerkung	Für die Teilnahme an dieser Veranstaltung ist neben der Belegung ein gesondertes Anmeldeverfahren im Vorsemester über folgenden Link erforderlich: <a href="https://webregis.fernuni-hagen.de">https://webregis.fernuni-hagen.de</a>		
Formale Voraussetzung	keine		
Vertiefungsrichtung	Analysis und Numerische Mathematik (AN)		
Verwendung des Moduls	M.Sc. Mathematik		
<b>Prüfungsformen</b>		Art der Prüfungsleistung	Voraussetzung
Prüfung	erfolgreiche Seminarteilnahme (Ausarbeitung und Vortrag)		schriftliche Ausarbeitung des Themas und dessen Präsentation
Stellenwert der Note	1/12		



61479

## Seminar zur Diskreten Mathematik

Lehrende/r	Winfried Hochstättler	Modulbeauftragte/r	Winfried Hochstättler
	Dauer des Moduls ein Semester	ECTS 10	Workload 300 Stunden
			Häufigkeit in jedem Sommersemester
Lehrveranstaltung(en)	01077 Seminar zur Diskreten Mathematik		SS SWS 2
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. Matroidtheorie oder Open Problem Garden oder ausgewählte Kapitel der Kombinatorik		
Inhaltliche Voraussetzung	Module 61211 "Analysis" (01144) und 61112 "Lineare Algebra" (01143) (oder deren Inhalte)		
Lehr- und Betreuungsformen	Betreuung und Beratung durch Lehrende		
Anmerkung	Für die Teilnahme an dieser Veranstaltung ist neben der Belegung ein gesondertes Anmeldeverfahren im Vorsemester über folgenden Link erforderlich: <a href="https://webregis.fernuni-hagen.de">https://webregis.fernuni-hagen.de</a>		
Formale Voraussetzung	keine		
Vertiefungsrichtung	Angewandte Algebra und Diskrete Mathematik (AD)		
Verwendung des Moduls	M.Sc. Mathematik		
<b>Prüfungsformen</b>	Art der Prüfungsleistung	Voraussetzung	
Prüfung	erfolgreiche Seminarteilnahme	einstündige Präsentation sowie	
Stellenwert der Note	1/12 (Ausarbeitung und Vortrag)	Diskussionsbeiträge zu den Vorträgen der Kommilitonen und eine etwa 10-seitige Ausarbeitung	

61481

## Seminar zur Optimierung

Lehrende/r	Winfried Hochstättler	Modulbeauftragte/r	Winfried Hochstättler
	Dauer des Moduls ein Semester	ECTS 10	Workload 300 Stunden
			Häufigkeit in jedem Wintersemester
Lehrveranstaltung(en)	01072 Seminar zur Optimierung		WS SWS 2
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" (01143), 61211 "Analysis" (01144), 61511 "Numerische Mathematik I" (01270) (oder deren Inhalte); 61412 "Lineare Optimierung" (01212) oder 61415 "Nichtlineare Optimierung" (01221) erwünscht		
Lehr- und Betreuungsformen	Betreuung und Beratung durch Lehrende		
Anmerkung	Für die Teilnahme an dieser Veranstaltung ist neben der Belegung ein gesondertes Anmeldeverfahren im Vorsemester über folgenden Link erforderlich: <a href="https://webregis.fernuni-hagen.de">https://webregis.fernuni-hagen.de</a>		
Formale Voraussetzung	keine		
Vertiefungsrichtung	Angewandte Algebra und Diskrete Mathematik (AD)		
Verwendung des Moduls	M.Sc. Mathematik		
<b>Prüfungsformen</b>	Art der Prüfungsleistung	Voraussetzung	
Prüfung	erfolgreiche Seminarteilnahme	einstündige Präsentation sowie	
Stellenwert der Note	1/12 (Ausarbeitung und Vortrag)	Diskussionsbeiträge zu den Vorträgen der Mitstudierenden und eine etwa 10-seitige Ausarbeitung	

61575

## Seminar zur Numerischen Mathematik

Lehrende/r

Arnd Deckers

Modulbeauftragte/r

Torsten O. Linß

Torsten O. Linß

Michael-Ralf Skrzipek

Brice Girol

Dauer des Moduls

ECTS

Workload

Häufigkeit

ein Semester

10

300 Stunden

regelmäßig

Lehrveranstaltung(en)

01088 Seminar zur Numerischen Mathematik

SWS

2

Detaillierter Zeitaufwand

Literaturrecherche: 60 Stunden

Bearbeiten des gestellten Themas: 120 Stunden

Erstellen von Ausarbeitungen: 60 Stunden

Vorbereitungen, 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.

Auch 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" (01270), 61512 "Numerische Mathematik II" (01372) oder einen weiteren Kurs aus der Numerischen Mathematik

Lehr- und Betreuungsformen

Betreuung und Beratung durch Lehrende

Zusatzmaterial

Anmerkung

Für die Teilnahme an dieser Veranstaltung ist neben der Belegung 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

erfolgreiche Seminarteilnahme (Ausarbeitung und Vortrag)

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

Stellenwert der Note

1/12

# Abschlussmodul

## Abschlussmodul

Lehrende/r	Lehrende der Mathematik	Modulbeauftragte/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	bestandene Abschlussarbeit mit Kolloquium	keine	
Stellenwert der Note			

# Inhaltsverzeichnis

<b>Basismodule</b>	3
Mathematische Grundlagen der Kryptografie	4
Algebra	6
Funktionalanalysis	7
Funktionentheorie	8
Topologische Räume	9
Partielle Differentialgleichungen	10
Parametrische Statistik	11
Nichtlineare Optimierung	12
Graphentheorie	14
Numerische Mathematik II	15
Mathematische Grundlagen von Multimedia	16
Wahrscheinlichkeitstheorie	18
Grundlagen der Theoretischen Informatik	19
<b>Spezialisierungsmodule: Angewandte Algebra und Diskrete Mathematik (AD)</b>	21
Gruppentheorie	22
Diskrete Mathematik	24
Effiziente Graphenalgorithmen	26
Komplexitätstheorie	28
<b>Spezialisierungsmodule: Analysis und Numerische Mathematik (AN)</b>	30
Differentialgeometrie	31
Numerische Behandlung gewöhnlicher Differentialgleichungen	32
Mathematische Systemtheorie	33
<b>Spezialisierungsmodule: Stochastik und Mathematische Physik (SP)</b>	35
Lineare Operatoren im Hilbertraum	36
Schätztheorie	37
Stochastische Prozesse	38
<b>Mathematische Praktika</b>	39
Praktikum zur Algebra und Zahlentheorie	40
Praktikum Mathematische Statistik	41
Praktikum Numerische Mathematik	42

<b>Masterseminare</b>	43
Seminar Zahlentheorie	44
Seminar Funktionalanalysis und Differentialgleichungen	45
Seminar zur Funktionentheorie	47
Seminar zur Analysis	48
Seminar zur Diskreten Mathematik	49
Seminar zur Optimierung	50
Seminar zur Numerischen Mathematik	51
<b>Abschlussmodul</b>	52