

# Modulkatalog

der Ordnung der Johann Wolfgang Goethe-Universität für den  
Bachelor-Master-Studiengang Mathematik

in der Fassung vom 13.02.2017

---

## Anhang 2: Modulbeschreibungen/Bachelor/Pflichtbereich

Folgende Module gehören zum Pflichtbereich des Bachelorstudiums:

<i>Modulname</i>	<i>Kürzel</i>	<i>Seite</i>
Analysis 1	BaM-AN	37
Analysis 2	BaM-AN	38
Lineare Algebra 1	BaM-LA	39
Lineare Algebra 2	BaM-LA	40
Modellierung und Rechnerunterstützung in der Mathematik	BaM-CM	41
Elementare Stochastik	BaM-ES	42
Numerische Mathematik	BaM-NM	43
Diskrete Mathematik	BaM-DM	44
Höhere Analysis	BaM-HA	45

Diese Module werden auf den folgenden Seiten beschrieben.

Modulbezeichnung: <b>Analysis 1, BaM-AN1</b>		Pflicht		CP: 9					
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :									
Zahlbereiche, Folgen und Reihen, Stetigkeit, Differenzierbarkeit, Taylorsche Formel, spezielle Funktionen.									
Qualifikationsziele und Kompetenzen:									
Die Studierenden sind mit grundlegenden mathematischen Denkweisen vertraut (Formalisieren von Aussagen, Beschreiben funktionaler Zusammenhänge, lokales Linearisieren nichtlinearer Abbildungen). Sie beherrschen den Übergang zu Grenzprozessen und sind kompetent im Umgang mit Differenzierbarkeit und Integrierbarkeit im Eindimensionalen. Sie sind in der Lage, einfache mathematische Probleme selbständig zu lösen.									
Angebotszyklus:	jährlich								
Dauer des Moduls:	1 Semester								
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	—								
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:	Deutsch								
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):	LN: Übungsaufgaben, benotete Klausur (bSL)								
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:	—								
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	LN wie beschrieben								
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen:	L3M-AN1								
Lehrveranstaltungen	Typ	SWS	Semester						CP
			1	2	3	4	5	6	
Analysis 1	Vorlesung + Übung	4+2	*						9

Modulbezeichnung: <b>Analysis 2, BaM-AN2</b>		Pflicht		CP: 9					
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :									
Abstand und inneres Produkt, Stetigkeit und Differenzierbarkeit von Funktionen mehrerer Variabler, Satz über implizite Funktionen, Untermannigfaltigkeiten des $R^n$ , Grundlagen der Maßtheorie.									
Qualifikationsziele und Kompetenzen:									
Die Studierenden sind kompetent im Umgang mit Differenzierbarkeit und Integrierbarkeit auch im Mehrdimensionalen und sind damit qualifiziert, den Einsatz der grundlegenden Begriffe Ableitung und Integral in weitergehenden Veranstaltungen (Höhere Analysis, Funktionalanalysis, Numerik, Stochastik, ... ) zu vertiefen. Sie kennen und verstehen die Konzepte der lokalen und globalen Approximation und sind in der Lage, einfache mathematische Probleme selbständig zu lösen.									
Angebotszyklus:	jährlich								
Dauer des Moduls:	1 Semester								
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	Leistungsnachweise aus BaM-AN1								
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:	Deutsch								
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):	LN: Übungsaufgaben								
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:	Modulabschlussprüfung: 120-minütige Klausur								
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	LN wie beschrieben, bestandene Modulprüfung								
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen:									
Lehrveranstaltungen	Typ	SWS	Semester				CP		
			1	2	3	4	5	6	
Analysis 2	Vorlesung + Übung	4+2		*					9

Modulbezeichnung: <b>Lineare Algebra 1, BaM-LA1</b>		Pflicht		CP: 9						
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :										
<p><i>Vorlesung Lineare Algebra</i>: Vektorräume und affine Räume, euklidische Räume, Lineare Abbildungen und Matrizen, Determinanten und Eigenwerte, Lineare (Un)Gleichungen.</p>										
Qualifikationsziele und Kompetenzen:										
<p>Die Studierende sind kompetent im Umgang mit Vektorräumen, linearen Abbildungen und deren Repräsentation als Matrizen. Sie sind qualifiziert, diese Objekte in weiterführenden Veranstaltungen (Geometrie, Grundlagen der Algebra, Algebra etc.) anzuwenden. Die Studierende verstehen einfache Beweise und haben die Kompetenz erworben, kurze mathematische Argumente aufzuschreiben.</p>										
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):		jährlich								
Dauer des Moduls:		1 Semester								
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		—								
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:		Deutsch								
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):		LN: Übungsaufgaben, benotete Klausur (bSL)								
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:		—								
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:		LN wie beschrieben								
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen:		L3M-AG								
Lehrveranstaltungen		Typ	SWS	Semester			CP			
				1	2	3	4	5	6	
Lineare Algebra		Vorlesung + Übung	4 + 2	*						9

Modulbezeichnung: <b>Lineare Algebra 2, BaM-LA2</b>		Pflicht		CP: 10					
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :									
<p><i>Vorlesung Geometrie</i>: Isometrien und Bewegungen, euklidische Vektorräume, affine und projektive Geometrie, Kegelschnitte.</p> <p><i>Vorlesung Grundlagen der Algebra</i>: Gruppen, Homomorphiesätze, Quotienten, Gruppenoperationen, Ringe, Ideale, faktorielle Ringe, euklidische Ringe, Ideale, endliche Körper.</p>									
Qualifikationsziele und Kompetenzen:									
Die Studierende sind kompetent im Umgang mit einfachen algebraischen Strukturen (z.B. Gruppen und Ringe). Sie haben die grundlegenden Kenntnisse in euklidischer und nicht euklidischer Geometrie erworben. Sie sind qualifiziert, das Erarbeitete in weiterführenden Veranstaltungen (Algebra, kommutative Algebra, Grundlagen der Algebraischen Zahlentheorie, etc.) anzuwenden.									
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):	jährlich								
Dauer des Moduls:	1 Semester								
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	Leistungsnachweise aus BaM-LA1								
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:	Deutsch								
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):	LN: –								
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:	Modulabschlussprüfung: 120-minütige Klausur oder kumulativ je eine 60-minütige Klausur für die beiden LV des Moduls								
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	LN wie beschrieben, bestandene Modulprüfung								
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen:	L3M-AG								
Lehrveranstaltungen	Typ	SWS	Semester						CP
			1	2	3	4	5	6	
Geometrie	Vorlesung + Übung	2 + 1		*					5
UND									
Grundlagen der Algebra	Vorlesung + Übung	2 + 1		*					5

Modulbezeichnung: <b>Modellierung u. Rechnerunterst. i. d. Math., BaM-CM</b>		Pflicht					CP: 12		
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :									
<p><i>Vorlesung Einführung in die computerorientierte Mathematik</i>: allgemeine mathematische Grundlagen zu Studienbeginn, Grundlagen symbolischen und numerischen Rechnens, einfache mathematische Algorithmen, Softwaresysteme Maple bzw. Sage und Anwendungen, Textverarbeitung mit LaTeX, einfache Modellierung und ihre computergerechte Umsetzung.</p> <p><i>Proseminar</i>: Themenangebote aus verschiedenen Teilbereichen der Mathematik, z.B. aus Analysis, linearer Algebra, Geometrie, Stochastik, diskreten Strukturen, Modellierung, Visualisierung</p>									
Qualifikationsziele und Kompetenzen:									
Die Studierenden beherrschen die Grundlagen computerorientierter Methoden und Herangehensweisen. Sie haben ein Verständnis für algorithmisches Handeln und verfügen über erste Erfahrungen in der Modellierung von Problemen. Sie sind in der Lage, Hilfsmittel zur Visualisierung einfacher mathematischer Zusammenhänge anzuwenden und können kleinere Projekte („Miniprojekte“) behandeln und darstellen.									
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):	jährlich								
Dauer des Moduls:	2 Semester								
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	für das Proseminar: bestandene Klausuren zu <i>Analysis 1</i> und <i>Lineare Algebra</i> , LN aus <i>Einführung in die computerorientierte Mathematik</i>								
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:	Deutsch								
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):	LN zur <i>Einführung in die computerorientierte Mathematik</i> : Übungsaufgaben, Miniprojekte, ggf. Quiz-Leistungsnachweise, unbenotete Klausur LN zum Proseminar: Vortrag und schriftliche Ausarbeitung (unbenotet)								
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:	–								
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	LN wie beschrieben								
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen:	L3M-ESC								
Lehrveranstaltungen	Typ	SWS	Semester				CP		
			1	2	3	4	5	6	
Einführung in die computerorientierte Mathematik	Vorlesung + Übung	4+2	*						9
UND									
Proseminar	Proseminar	2		*					3

Modulbezeichnung: <b>Elementare Stochastik, BaM-ES</b>		Pflicht		CP: 9					
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :									
Verteilungen, Ereignisse, Wahrscheinlichkeiten, Zufallsvariablen, Erwartungswert, Varianz, Kovarianz, Unabhängigkeit, bedingte Wahrscheinlichkeiten und Erwartungen, mehrstufige Experimente, Markov-Ketten; Elemente der Statistik und der Informationstheorie.									
Qualifikationsziele und Kompetenzen:									
Die Studierenden gehen auf elementarem Niveau mit den Begriffen der Stochastik kompetent um. Sie kennen typische Anwendungen der Stochastik und haben erste Erfahrungen mit der stochastischen Modellierung.									
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):		jährlich							
Dauer des Moduls:		1 Semester							
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		Empfohlen sind Kenntnisse aus Analysis 1 und Linearer Algebra							
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch							
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):		LN: Übungsaufgaben							
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:		Modulabschlussprüfung: 90-minütige Klausur							
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:		LN wie beschrieben, bestandene Modulprüfung							
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen:		als Teilmodul von L3M-ESC; Bachelor Informatik B-AW-ES (Angewandte Mathematik)							
Lehrveranstaltungen		Typ	SWS	Semester			CP		
				1	2	3	4	5	6
Elementare Stochastik		Vorlesung + Übung	4+2		*				

Modulbezeichnung: <b>Numerische Mathematik, BaM-NM</b>		Pflicht				CP: 11			
<p>Inhalte:</p> <p><i>Vorlesung Numerische Mathematik:</i> Einführung in die grundlegenden Konzepte der Numerischen Analysis und der Numerischen Linearen Algebra (z.B. Approximation, Interpolation, Numerische Integration und Differentiation, Lösung linearer und nichtlinearer Gleichungen, Bestimmung von Eigenwerten, Ausgleichsrechnung)</p> <p><i>Kurs Numerisches Programmieren:</i> Implementierung numerischer Algorithmen in einer praxisrelevanten numerischen Programmiersprache (z.B. Scilab oder Matlab)</p>									
<p>Qualifikationsziele und Kompetenzen:</p> <p>Die Studierenden lernen grundlegende numerische Konzepte kennen. Sie lernen, grundlegende numerische Algorithmen zu entwickeln, mathematisch zu analysieren, computergestützt zu implementieren und auf konkrete Probleme anzuwenden.</p>									
Angebotszyklus:	jährlich								
Dauer des Moduls:	1 Semester								
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	Empfohlen sind BaM-AN1, BaM-LA1, BaM-AN2, BaM-LA2								
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:	Deutsch oder Englisch								
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):	LN: Übungsaufgaben								
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:	Modulabschlussprüfung: 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung								
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	bestandene Modulprüfung								
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen:	Bachelor Informatik B-AW-NM (Anwendungsfach Mathematik) Lehramt L3, Studienfach Mathematik: L3M-HM.								
Lehrveranstaltungen	Typ	SWS	Semester						CP
			1	2	3	4	5	6	
Numerische Mathematik	Vorlesung + Übung	4+2			*				9
UND									
Kurs Numerisches Programmieren	Kurs (Vorsemesterkurs oder vorlesungsbegleitend)	-			*				2



Modulbezeichnung: <b>Diskrete Mathematik, BaM-DM</b>		Pflicht		CP: 9				
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :								
<p>Grundlegende Modelle und Konzepte der diskreten Mathematik: Kombinatorik, Graphentheorie, modulare Arithmetik, diskrete Aspekte der elementaren Zahlentheorie und ihrer Anwendungen, RSA-Codierschema, Codierungstheorie, diskrete geometrische Strukturen, algorithmische Aspekte</p>								
Qualifikationsziele und Kompetenzen:								
<p>Die Studierenden beherrschen die Grundmodelle der diskreten Mathematik. Sie haben ein Verständnis für endliche Strukturen und algorithmische Herangehensweisen und kennen einige Grundalgorithmen der diskreten Mathematik.</p>								
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):	jährlich							
Dauer des Moduls:	1 Semester							
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	bestandene Klausuren zu Analysis 1 und Linearer Algebra, Leistungsnachweis zur Einführung in die computerorientierte Mathematik. Empfohlen: Mathematik-Veranstaltungen des ersten Studienjahres							
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:	Deutsch							
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):	LN: Übungsaufgaben, ggf. Quiz							
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:	Modulabschlussprüfung: 90-minütige Klausur							
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	LN wie beschrieben, bestandene Modulprüfung							
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen:	Bachelor Informatik B-AW-DM (Anwendungsfach Mathematik), Lehramt Mathematik L3M-ME (Lehrveranstaltung nach Wahl)							
Lehrveranstaltungen	Typ	SWS	Semester				CP	
			1	2	3	4	5	6
Diskrete Mathematik	Vorlesung + Übung	4+2				*		

Modulbezeichnung: <b>Höhere Analysis, BaM-HA</b>		Pflicht		CP: 10					
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :									
<i>Vorlesung Integrationstheorie</i> : Lebesgueintegral, $L^p$ -Räume, Gaußscher Integralsatz, Integration auf Mannigfaltigkeiten									
<i>Vorlesung Funktionentheorie und gewöhnliche Differentialgleichungen</i> : Funktionen einer komplexen Variablen, Cauchyscher Integralsatz, Residuensatz, Grundlagen der Theorie der gewöhnlichen Differentialgleichungen									
Qualifikationsziele und Kompetenzen:									
Die Studierenden haben Kenntnisse in Integrationstheorie, speziell in mehreren Variablen, erworben und können diese auf analytische Probleme anwenden. Sie haben ein vertieftes Verständnis des Funktionsbegriffs, insbesondere in einer komplexen Variablen, erlangt und können die Lösungsmenge einfacher Klassen gewöhnlicher Differentialgleichungen charakterisieren.									
Angebotszyklus:	jährlich								
Dauer des Moduls:	1 Semester								
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	BaM-AN1, BaM-LA1								
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:	Deutsch								
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):	LN: –								
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:	Modulabschlussprüfung: 120-minütige Klausur oder kumulativ je eine 60-minütige Klausur für die beiden LV des Moduls								
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	LN wie beschrieben, bestandene Modulprüfung								
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen:	Bachelor Informatik B-AW-HA (Anwendungsfach Mathematik)								
Lehrveranstaltungen	Typ	SWS	Semester				CP		
			1	2	3	4	5	6	
Integrationstheorie	Vorlesung	2+1			*				5
UND									
Funktionentheorie und gewöhnliche Differentialgleichungen	Vorlesung	2+1			*				5

## Anhang 3: Modulbeschreibungen/Bachelor/Vertiefungsbereich

Auf den folgenden Seiten werden die Wahlpflichtmodule im Vertiefungsbereich des Bachelorstudiums beschrieben. Jedes Wahlpflichtmodul besteht aus mindestens einer Lehrveranstaltung des Typs „Vorlesung + Übung“ und kann auch ein Seminar enthalten. Damit ergeben sich die *Modulformate*  $g$ ,  $k$ ,  $gk$ ,  $gs$ ,  $ks$ ,  $gks$ , ... , mit den Abkürzungen

$g$  ... große Vorlesung (4 SWS ) + Übung (2 SWS)

$k$  ... kleine Vorlesung (2 SWS ) + Übung (1 SWS)

$s$  ... Seminar (2 SWS).

Jedes Wahlpflichtmodul ist Teil eines der folgenden Gebiete:

Gebiet	Kürzel	Seite
Algebra und Zahlentheorie	BaM-Alg, BaM-ZT	47, 50
Topologie	BaM-TOP	53
Differentialgeometrie	BaM-DG	55
Funktionalanalysis	BaM-FA	57
Partielle Differentialgleichungen	BaM-PDGL	59
Differentialgleichungen und Dynamische Systeme	BaM-DGDS	61
Numerik	BaM-NUM	63
Numerische Finanzmathematik	BaM-NFM	65
Diskrete und Algorithmische Mathematik	BaM-DAM, BaM-KOM	67, 69
Stochastik	BaM-STO	70
Statistik	BaM-STA	72
Zeitdiskrete Finanzmathematik	BaM-DF	74
Stochastische Analysis mit Finanzmathematik	BaM-SAN	75

Zusätzlich gehören folgende Module zum Vertiefungsbereich des Bachelorstudiums:

- Allgemeine berufsvorbereitende Veranstaltungen (Seite 76)
- Abschlussmodul (Seite 76)

In den einzelnen Gebieten werden „Elementarmodule“ typischerweise in den Formaten  $gs$  oder  $k$  beschrieben, vereinzelt auch in den Formaten  $ks$  oder  $gks$ . In Fußnoten wird beschrieben, wie das jeweilige Spezialisierungsgebiet ausgestaltet werden kann. Grundsätzlich werden innerhalb der Formate  $gs$  und  $ks$  beschriebenen Lehrveranstaltungen des Typs „Vorlesung + Übung“ auch als Module des Formats  $g$  bzw.  $k$  angeboten, um die Flexibilität im Wahlpflichtbereich zu erhöhen.

In der zum Ende des 3. Studiensemesters stattfindenden Orientierungsveranstaltung wird das für die darauffolgenden drei Semester geplante Lehrveranstaltungs- und Modulangebot des Bachelor-Vertiefungsbereichs vorgestellt. Dieser Katalog wird im Netz auf den Informationsseiten zu Studium und Lehre veröffentlicht. Dasselbe gilt für nachträgliche Modifikationen der Planung wie z.B. nachträglich in das Angebot aufgenommenen Lehrveranstaltungen.

Die Studierenden können sich im Rahmen der Vorgaben zwischen den angebotenen Modulformaten entscheiden. Bei Modulen, die ein Seminar enthalten (Format ...  $s$ ), ist im Seminar eine Prüfungsleistung als Teil einer kumulativen Modulprüfung zu erbringen.

Den Studierenden wird dringend empfohlen, an der Orientierungsveranstaltung teilzunehmen und ihre Planungen frühzeitig mit den Dozentinnen und Dozenten der betreffenden Lehrveranstaltungen abzustimmen. Damit wird ein guter Kompromiss zwischen einer freien Gestaltung des Studiums und der Planbarkeit – auch in Hinblick auf die Reduktion der Prüfungslast – erreicht.

Die Verwendbarkeit der jeweiligen Module in anderen Studiengängen ergibt sich aus den Ordnungen der entsprechenden Fachbereiche, jeweils in der aktuell gültigen Fassung.

Modulbezeichnung: <b>Algebra, BaM-Alg-g</b>   Gebiet: <b>Algebra und Zahlentheorie</b>   Wahlpflicht   CP: 9																										
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :  <i>Algebra</i> : Noethersche Ringe, faktorielle Ringe, Hauptidealringe, Moduln, Moduln über Hauptidealringe, ganzer Abschluss, Körpererweiterungen, Galoistheorie.																										
Qualifikationsziele und Kompetenzen:  Die Studierenden beherrschen grundlegende Konzepte der Algebra und können diese sicher anwenden. Ihre Kenntnisse in Algebra erlauben den Besuch von weiterführenden Veranstaltungen im Bereich der Algebra und Zahlentheorie.																										
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):	jährlich																									
Dauer des Moduls:	1 Semester																									
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	BaM-LA1, BaM-LA2																									
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:	Deutsch oder Englisch																									
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):	—																									
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:	Modulabschlussprüfung: 90-minütige Klausur oder 20-30-minütige mündliche Prüfung.																									
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	bestandene Modulprüfung																									
Lehrveranstaltungen	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Typ</th> <th rowspan="2">SWS</th> <th colspan="6">Semester</th> <th rowspan="2">CP</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Algebra</td> <td>Vorlesung + Übung</td> <td>4+2</td> <td></td> <td></td> <td>*</td> <td></td> <td>*</td> <td></td> <td>9</td> </tr> </tbody> </table>	Typ	SWS	Semester						CP	1	2	3	4	5	6	Algebra	Vorlesung + Übung	4+2			*		*		9
Typ	SWS			Semester							CP															
		1	2	3	4	5	6																			
Algebra	Vorlesung + Übung	4+2			*		*		9																	

Modulbez.: <b>Algebra, BaM-Alg-ks</b>	Gebiet: <b>Algebra und Zahlentheorie</b>	Wahlpflicht	CP: 9																																																					
<p>Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i>:</p> <p><i>Kommutative Algebra</i>: Algebren, Hilbertscher Basis-Satz, Noether-Normalisierung, Hilbertscher Nullstellensatz, Varietäten und ihre Morphismen.</p> <p><i>Funktionenkörper</i>: Transzendente Körpererweiterungen, Funktionenkörper, Bewertungen, Divisoren, Differentiale, Riemann-Roch, Erweiterungen von Funktionenkörpern, Riemann-Hurwitz Formel, Komplettierungen, Zeta-Funktion, Hasse-Weil Schranke, geometrische Goppa Codes.</p> <p><i>Wurzelsysteme</i>: Spiegelungen und Wurzelsysteme, reduziert und irreduzibel, Kammern und Basen, Dynkindiagramme, Klassifikation.</p>																																																								
<p>Qualifikationsziele und Kompetenzen:</p> <p>Die Studierenden beherrschen grundlegende Konzepte in einem Spezialisierungsgebiet im Bereich der Algebra und Zahlentheorie und können diese sicher anwenden. Ihre Kenntnisse erlauben eine weiterführende Vertiefung in diesem Gebiet.</p>																																																								
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):	jährlich																																																							
Dauer des Moduls:	2 Semester																																																							
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	BaM-LA1, BaM-LA2, Empfohlen sind Kenntnisse aus der Lehrveranstaltung <i>Algebra</i> , siehe Seite 47																																																							
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:	Deutsch oder Englisch																																																							
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):	—																																																							
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:	90-minütige Klausur oder 20-30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung; ca. 60-minütiges Referat und ggf. schriftliche Ausarbeitung zum Seminar																																																							
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	bestandene Modulprüfung																																																							
Lehrveranstaltungen	Typ	SWS	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">Semester</th> <th rowspan="2">CP</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Kommutative Algebra</td> <td>Vorlesung + Übung</td> <td>2+1</td> <td></td> <td>*</td> <td></td> <td>*</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>oder Funktionenkörper</td> <td>Vorlesung + Übung</td> <td>2+1</td> <td></td> <td>*</td> <td></td> <td>*</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>oder Wurzelsysteme</td> <td>Vorlesung + Übung</td> <td>2+1</td> <td></td> <td>*</td> <td></td> <td>*</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>UND</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Seminar</td> <td>Seminar</td> <td>2</td> <td></td> <td>*</td> <td></td> <td>*</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	Semester						CP	1	2	3	4	5	6	Kommutative Algebra	Vorlesung + Übung	2+1		*		*	5	oder Funktionenkörper	Vorlesung + Übung	2+1		*		*	5	oder Wurzelsysteme	Vorlesung + Übung	2+1		*		*	5	UND								Seminar	Seminar	2		*		*	4
Semester						CP																																																		
1	2	3	4	5	6																																																			
Kommutative Algebra	Vorlesung + Übung	2+1		*		*	5																																																	
oder Funktionenkörper	Vorlesung + Übung	2+1		*		*	5																																																	
oder Wurzelsysteme	Vorlesung + Übung	2+1		*		*	5																																																	
UND																																																								
Seminar	Seminar	2		*		*	4																																																	

Eine Spezialisierung in *Algebra* mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme der auf Seite 47 beschriebenen Lehrveranstaltung *Algebra*, siehe dazu Seite 46.

Modulbezeichnung: <b>Algebra, BaM-Alg-gs</b>   Gebiet: <b>Algebra und Zahlentheorie</b>   Wahlpflicht		CP: 13					
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :							
<i>Klassische algebraische Geometrie</i> : Varietäten über algebraisch abgeschlossenen Körpern, ihre Morphismen und Eigenschaften.							
Qualifikationsziele und Kompetenzen:							
Die Studierende sind kompetent im Umgang mit zentralen Konzepten der Zahlentheorie. Sie sind qualifiziert, das Erarbeitete in einem Seminar und weiterführenden Vorlesungen anzuwenden.							
Angebotszyklus:	Zweijährlich						
Dauer des Moduls:	2 Semester						
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	BaM-LA1, BaM-LA2 und Lehrveranstaltung <i>Algebra</i> , siehe Seite 47. Empfohlen sind Kenntnisse aus der Lehrveranstaltung <i>Kommutativer Algebra</i> (siehe Seite 48).						
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:	Deutsch oder Englisch						
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):	—						
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:	90-minütige Klausur oder 20-30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung; ca. 60-minütiges Referat und ggf. schriftliche Ausarbeitung zum Seminar						
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	bestandene Modulprüfung						
Lehrveranstaltungen	Typ	SWS	Semester	CP			
			1 2 3 4 5 6				
Klassische algebraische Geometrie	Vorlesung+Übung	4+2		*	*	9	
UND							
Seminar	Seminar	2			*	*	4

Eine Spezialisierung in *Algebra* mit 22 CP erreicht man durch Hinzunahme der auf Seite 47 beschriebenen Lehrveranstaltung *Algebra*, siehe dazu Seite 46.

Modulbez.: <b>Zahlentheorie, BaM-ZT-g</b>   Gebiet: <b>Algebra und Zahlentheorie</b>   Wahlpflicht		CP: 9							
<p>Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i>:</p> <p><i>Elementare Zahlentheorie</i>: Teilbarkeit, kgV, ggT, Primzahlen, Fundamentalsatz der Arithmetik, zahlentheoretische Funktionen, Kongruenzrechnung, chinesischer Restsatz, Primitivwurzeln, quadratisches Reziprozitätsgesetz, Primzahltests, quadratische Zahlkörper, Kettenbrüche, Pell-Gleichung.</p>									
<p>Qualifikationsziele und Kompetenzen:</p> <p>Die Studierenden beherrschen grundlegende Konzepte der Algebra und können diese sicher anwenden. Ihre Kenntnisse in Zahlentheorie erlauben den Besuch von weiterführenden Veranstaltungen im Bereich der Algebra und Zahlentheorie.</p>									
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):	jährlich								
Dauer des Moduls:	1 Semester								
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	BaM-LA1, BaM-LA2								
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:	Deutsch oder Englisch								
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):	—								
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:	Modulabschlussprüfung: 90-minütige Klausur oder 20-30-minütige mündliche Prüfung.								
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	bestandene Modulprüfung								
Lehrveranstaltungen	Typ	SWS	Semester						CP
			1	2	3	4	5	6	
Elementare Zahlentheorie	Vorlesung + Übung	4+2			*		*		9

Modulbez.: <b>Zahlentheorie, BaM-ZT-ks</b>	Gebiet: <b>Algebra und Zahlentheorie</b>	Wahlpflicht	CP: 9													
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :																
<p><i>Grundlagen der algebraischen Zahlentheorie</i>: Quadratische Zahlkörper, Idealklassengruppe, Einheitsgruppe, <math>p</math>-adische Zahlen, Anwendung auf diophantische Gleichungen, Kryptographie.</p> <p><i>Funktionenkörper</i>: Transzendente Körpererweiterungen, Funktionenkörper, Bewertungen, Divisoren, Differentiale, Riemann-Roch, Erweiterungen von Funktionenkörpern, Riemann-Hurwitz Formel, Komplettierungen, Zeta-Funktion, Hasse-Weil Schranke, geometrische Goppa Codes.</p>																
Qualifikationsziele und Kompetenzen:																
Die Studierenden beherrschen grundlegende Konzepte in einem Spezialisierungsgebiet im Bereich der Algebra und Zahlentheorie und können diese sicher anwenden. Ihre Kenntnisse erlauben eine weiterführende Vertiefung in diesem Gebiet.																
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):	jährlich															
Dauer des Moduls:	2 Semester															
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	BaM-LA1, BAM-LA2, Empfohlen sind Kenntnisse aus der Lehrveranstaltung <i>Elementare Zahlentheorie</i> , siehe Seite 50															
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:	Deutsch oder Englisch															
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):	—															
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:	90-minütige Klausur oder 20-30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung; ca. 60-minütiges Referat und ggf. schriftliche Ausarbeitung zum Seminar															
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	bestandene Modulprüfung															
Lehrveranstaltungen	Typ	SWS	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">Semester</th> <th rowspan="2">CP</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> </tr> </thead> </table>	Semester						CP	1	2	3	4	5	6
Semester						CP										
1	2	3	4	5	6											
Grundlagen der algebraischen Zahlentheorie	Vorlesung + Übung	2+1	<table border="1"> <tr><td></td><td></td><td></td><td>*</td><td></td><td>*</td></tr> </table>				*		*	5						
			*		*											
oder Funktionenkörper	Vorlesung + Übung	2+1	<table border="1"> <tr><td></td><td></td><td></td><td>*</td><td></td><td>*</td></tr> </table>				*		*	5						
			*		*											
UND			<table border="1"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>													
Seminar	Seminar	2	<table border="1"> <tr><td></td><td></td><td></td><td>*</td><td></td><td>*</td></tr> </table>				*		*	4						
			*		*											

Eine Spezialisierung in *Zahlentheorie* mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme der auf Seite 50 beschriebenen Lehrveranstaltung *Elementaren Zahlentheorie*, siehe dazu Seite 46.



Modulbez.: <b>Zahlentheorie, BaM-ZT-gs</b>	Gebiet: <b>Algebra und Zahlentheorie</b>	Wahlpflicht	CP: 13						
<p>Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i>:</p> <p><i>Transzendenztheorie und diophantische Approximation</i>: Mögliche Themen sind Höhen, Siegels Lemma, Sätze von Thue-Siegel-Roth und Anwendungen auf diophantische Gleichungen, Schneider-Lang Theorem, Bakers Satz über Linearformen in Logarithmen sowie Anwendungen, etc.</p> <p><i>Analytische Zahlentheorie</i>: Zetafunktion, analytische Fortsetzung, Primzahlsatz, Dedekindsche Zetafunktion, Klassenzahlformel, etc.</p>									
<p>Qualifikationsziele und Kompetenzen:</p> <p>Die Studierende sind kompetent im Umgang mit zentralen Konzepten der Zahlentheorie. Sie sind qualifiziert, das Erarbeitete in einem Seminar und weiterführenden Vorlesungen anzuwenden.</p>									
Angebotszyklus:	Zweijährlich								
Dauer des Moduls:	2 Semester								
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	Kenntnisse in Funktionentheorie, nachzuweisen durch BaM-HA. Empfohlen sind Kenntnisse aus der Lehrveranstaltung <i>Elementare Zahlentheorie</i> , siehe Seite 50.								
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:	Deutsch oder Englisch								
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):	—								
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:	90-minütige Klausur oder 20-30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung; ca. 60-minütiges Referat und ggf. schriftliche Ausarbeitung zum Seminar								
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	bestandene Modulprüfung								
Lehrveranstaltungen	Typ	SWS	Semester						CP
			1	2	3	4	5	6	
Transzendenztheorie u. dioph. Approx.	Vorlesung+Übung	4+2					*	*	9
oder Analytische Zahlentheorie	Vorlesung+Übung	4+2					*	*	9
UND									
Seminar	Seminar	2					*	*	4

Eine Spezialisierung in *Zahlentheorie* mit 22 CP erreicht man durch Hinzunahme der auf Seite 50 beschriebenen Lehrveranstaltung *Elementare Zahlentheorie*, siehe dazu Seite 46.

Modulbezeichnung: <b>Topologie, BaM-TOP-gs</b>	Wahlpflicht	CP: 13							
<p>Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i>:</p> <p><i>Topologie</i>: Topologische Räume, Kompaktheit, Trennungsaxiome, Wege, Fundamentalgruppen, Überlagerungen, Simpliziale Komplexe, (Ko)Homologie</p> <p><i>Riemannsche Flächen I</i>: Grundkonzepte von Mannigfaltigkeiten und Überlagerungen, Differentialformen, harmonische Funktionen und Formen, Bilinearrelationen, Uniformisierung, Fuchssche Gruppen, Garben</p>									
<p>Qualifikationsziele und Kompetenzen:</p> <p>Die Studierende sind kompetent im Umgang mit grundlegenden Konzepten der Topologie (z.B. Karten, Homotopie). Sie sind qualifiziert, das Erarbeitete in einem Seminar und weiterführenden Vorlesungen anzuwenden.</p>									
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):	jährlich								
Dauer des Moduls:	2 Semester								
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	Module BaM-AN1, BaM-LA1, BaM-AN2, BaM-LA2								
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:	Deutsch oder Englisch								
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):	—								
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:	90-minütige Klausur oder 20-30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung; 60-minütiges Referat und ggf. schriftliche Ausarbeitung zum Seminar								
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	bestandene Modulprüfung								
Lehrveranstaltungen	Typ	SWS	Semester						CP
			1	2	3	4	5	6	
Topologie	Vorlesung + Übung	4+2			*	*			9
oder: Riemannsche Flächen I	Vorlesung + Übung	4+2			*	*			9
UND									
Seminar Topologie	Seminar	2				*	*		4

Eine Spezialisierung in *Topologie* mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme einer der auf Seite 54 beschriebenen Lehrveranstaltungen, siehe dazu Seite 46.

Modulbezeichnung: <b>Topologie, BaM-TOP-k</b>		Wahlpflicht		CP: 5					
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :									
<i>Topologie II</i> : Eine Auswahl der folgenden Themen: Homotopietheorie, Bündel und charakteristische Klassen, Homologische Algebra, Homöomorphismen von Flächen, Knoten.									
<i>Riemannsche Flächen II</i> : Eine Auswahl der folgenden Themen: Garben und deren Kohomologie, spezielle Divisoren, Satz von Riemann-Roch, Weierstraßpunkte, Linearsysteme, Automorphismen, elliptische Funktionen, Theta-Funktionen, Flache Flächen.									
<i>Abelsche Varietäten</i> : komplexe Tori, Polarisierung, Geradenbündel, Periodenbereiche, Jacobische Varietäten									
Qualifikationsziele und Kompetenzen:									
Die Studierenden sind kompetent im Umgang mit allen zentralen und einigen tieferliegenden Konzepten der Topologie.									
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):	jährlich								
Dauer des Moduls:	1 Semester								
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	BaM-AN1, BaM-LA1, BaM-AN2, BaM-LA2								
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:	Deutsch oder Englisch								
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):	—								
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:	Modulabschlussprüfung: 90-minütige Klausur oder 20-30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung								
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	bestandene Modulprüfung								
Lehrveranstaltungen	Typ	SWS	Semester				CP		
			1	2	3	4	5	6	
Topologie II	Vorlesung + Übung	2+1					*	*	5
oder Riemannsche Flächen II	Vorlesung + Übung	2+1					*	*	5
oder Abelsche Varietäten	Vorlesung + Übung	2+1					*	*	5

Modulbezeichnung: <b>Differentialgeometrie, BaM-DG-gs</b>		Wahlpflicht		CP: 13					
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :									
<i>Analysis auf Mannigfaltigkeiten</i> : Differenzierbare Mannigfaltigkeiten, Satz von Stokes, de Rham-Kohomologie, Laplaceoperator, Hodgetheorie, Wärmeleitungsgleichung, Konstruktion des Wärmeleitungskerns									
<i>Elementare Differentialgeometrie</i> : Grundlegende Themen der Differentialgeometrie wie Kurven und Flächen, Mannigfaltigkeiten, Riemannsche Metriken, Gaußkrümmung, Satz von Gauß-Bonnet									
<i>Riemannsche Geometrie</i> : Riemannsche Mannigfaltigkeiten, Geodätische, Krümmung, Vergleichssätze, Riemannsche Submersionen									
Qualifikationsziele und Kompetenzen:									
Die Studierenden haben grundlegende Einblicke in eine mathematische Theorie gewonnen, die Methoden der Geometrie und Analysis verwendet und verknüpft.									
Angebotszyklus:		jährlich							
Dauer des Moduls:		2 Semester							
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		BaM-AN1, BaM-AN2, BaM-HA							
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch							
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):		—							
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:		90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung; 60-minütiges Referat und ggf. schriftliche Ausarbeitung zum Seminar							
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:		bestandene Modulprüfung							
Lehrveranstaltungen		Typ	SWS	Semester			CP		
				1	2	3	4	5	6
Analysis auf Mannigfaltigkeiten		Vorlesung	4+2				*	*	*
oder Elementare Differentialgeometrie		Vorlesung und Übung	4+2				*	*	*
oder Riemannsche Geometrie		Vorlesung und Übung	4+2				*	*	*
UND									
Seminar Differentialgeometrie		Seminar	2				*	*	*

Eine Spezialisierung in *Differentialgeometrie* mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme einer der auf Seite 56 beschriebenen Lehrveranstaltungen. Siehe dazu Seite 46.

Modulbezeichnung: <b>Differentialgeometrie, BaM-DG-k</b>		Wahlpflicht		CP: 5					
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :									
<i>Geometrische Ungleichungen</i> : Brunn-Minkowski-Ungleichung, Steinersymmetrisierung, Isoperimetrische Ungleichung, Alexandrov-Fenchel-Ungleichung, Blaschke-Santaló-Ungleichung, Mahlervermutung									
<i>Symplektische Geometrie</i> : Symplektische Mannigfaltigkeiten, Kählermannigfaltigkeiten, Hamiltonsche Systeme, Kontaktmannigfaltigkeiten, Momentenabbildung									
<i>Liegruppen</i> : Liegruppen und Liealgebren, Exponentialabbildung, Klassische Matrixgruppen, Cliffordalgebren und Spingruppen, Kompakte Liegruppen									
<i>Geometrische Maßtheorie</i> : Differentialformen, Ströme, Schnitte von normalen Strömen, rektifizierbare Ströme, Deformationssatz, Federer-Fleming-Kompaktheitssatz, Varifaltigkeiten									
<i>Minimalflächen</i> : Erste und zweite Variation, Satz von Bernstein, Krümmungsabschätzungen, Plateau Problem									
<i>Geometrische Variationsprobleme</i> : Harmonische Abbildungen, Flächen konstanter mittlerer Krümmung, Willmore-Flächen									
Qualifikationsziele und Kompetenzen:									
Die Studierenden haben tieferliegende Kenntnisse in einem Gebiet der Differentialgeometrie erworben.									
Angebotszyklus:		jährlich							
Dauer des Moduls:		1 Semester							
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		BaM-AN1, BaM-AN2, BaM-HA							
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch							
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):		—							
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:		Modulabschlussprüfung: 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung							
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:		bestandene Modulprüfung							
Lehrveranstaltungen		Typ	SWS	Semester			CP		
				1	2	3	4	5	6
Geometrische Ungleichungen		Vorlesung	2+1				*	*	*
oder Symplektische Geometrie		Vorlesung und Übung	2+1				*	*	*
oder Liegruppen		Vorlesung und Übung	2+1				*	*	*
oder Geometrische Maßtheorie		Vorlesung und Übung	2+1				*	*	*
oder Minimalflächen		Vorlesung und Übung	2+1				*	*	*
oder Geometrische Variationsprobleme		Vorlesung und Übung	2+1				*	*	*

Modulbezeichnung: <b>Funktionalanalysis, BaM-FA-gs</b>		Wahlpflicht		CP: 13						
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :										
<p><i>Lineare Funktionalanalysis</i>: Normierte Räume, Separabilität und Vollständigkeit, Satz von Baire, stetige lineare Operatoren, Hilberträume, Orthonormalsysteme, Adjungierte Operatoren, Satz von Hahn-Banach, Dualität und schwache Konvergenz;  dazu eine Auswahl folgender Themengebiete: Invertibilität und Spektrum, Spektraltheorie kompakter Operatoren, Radonmaße und der Darstellungssatz von Riesz, Satz von Stone-Weierstraß, Fouriertransformation, Schwartzraum und temperierte Distributionen, Sobolevräume</p>										
Qualifikationsziele und Kompetenzen:										
Die Studierenden sind in der Lage, Bezüge zwischen abstrakten Begriffen und Resultaten der linearen Funktionalanalysis und Anwendungsbeispielen herzustellen. Des Weiteren haben Sie gelernt, analytische Probleme in einen operatortheoretischen Rahmen einzubetten.										
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):		jährlich/zweijährlich								
Dauer des Moduls:		2 Semester								
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		Module BaM-AN, BaM-LA								
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch								
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):		—								
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:		90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung; 60-minütiges Referat und schriftliche Ausarbeitung zum Seminar								
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:		bestandene Modulprüfung								
Lehrveranstaltungen		Typ	SWS	Semester			CP			
Lineare Funktionalanalysis		Vorlesung + Übung	4+2	1	2	3	4	5	6	9
UND										
Seminar zur linearen Funktionalanalysis		Seminar	2					*	*	4

Eine Spezialisierung in Funktionalanalysis mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme einer der auf Seite 58 beschriebenen Lehrveranstaltungen, siehe dazu Seite 46.

Modulbezeichnung: <b>Funktionalanalysis, BaM-FA-k</b>		Wahlpflicht		CP: 5						
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :										
<p><i>Ergänzungen zur linearen Funktionalanalysis</i>: Auswahl folgender Themengebiete in Ergänzung zur Vorlesung 'Lineare Funktionalanalysis': Invertibilität und Spektrum, Spektraltheorie kompakter Operatoren, Radonmaße und der Darstellungssatz von Riesz, Satz von Stone-Weierstraß, Fouriertransformation, Schwartzraum und temperierte Distributionen, Sobolevräume</p> <p><i>Abbildungsgrad und Fixpunktsätze für nichtlineare Operatoren</i>: Abbildungsgrad von Brouwer, Leray-Schauder-Abbildungsgrad, Fixpunktsätze, Anwendungen auf Randwertprobleme für Differentialgleichungen.</p> <p><i>Theorie kritischer Punkte für Variationsprobleme</i>: Differenzierbarkeitseigenschaften nichtlinearer Operatoren, Gradientenfluss und Deformation von Subniveaumengen, Existenzsätze für kritische Punkte und Anwendungen.</p> <p><i>Lineare und nichtlineare einparametrische Halbgruppen</i>: Banachraumwertige Integrale, dissipative Operatoren, stark stetige Halbgruppen, lineare und nichtlineare Evolutionsgleichungen.</p>										
Qualifikationsziele und Kompetenzen:										
Die Studierenden sind in der Lage, Methoden der linearen und nichtlinearen Funktionalanalysis exemplarisch anzuwenden und Besonderheiten linearer und nichtlinearer Probleme sowohl im operatortheoretischen Rahmen als auch im Rahmen von Anwendungen (z.B. auf Differentialgleichungen) zu erkennen.										
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):		jährlich/zweijährlich								
Dauer des Moduls:		1 Semester								
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		Module BaM-AN, BaM-LA, Kenntnisse aus der Vorlesung <i>Lineare Funktionalanalysis</i> sind dringend empfohlen								
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch								
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):		—								
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:		Modulabschlussprüfung: 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung								
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:		bestandene Modulprüfung								
Lehrveranstaltungen		Typ	SWS	Semester			CP			
				1	2	3	4	5	6	
Ergänzungen zur linearen Funktionalanalysis		Vorlesung + Übung	2+1					*	*	5
oder Abbildungsgrad und Fixpunktsätze für nichtlineare Operatoren		Vorlesung + Übung	2+1					*	*	5
oder Theorie kritischer Punkte für Variationsprobleme		Vorlesung + Übung	2+1					*	*	5
oder Lineare und nichtlineare einparametrische Halbgruppen		Vorlesung + Übung	2+1					*	*	5

Modulbezeichnung: <b>Partielle Differentialgleichungen, BaM-PDGL-gs</b>		Wahlpflicht		CP: 13					
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :									
<i>Lineare Partielle Differentialgleichungen</i> : Darstellungsformeln für Lösungen grundlegender partieller Differentialgleichungen, Greenfunktionen, Sobolevräume, elliptische und parabolische Gleichungen zweiter Ordnung, Existenz und Regularität schwacher Lösungen, Maximumsprinzipien									
Qualifikationsziele und Kompetenzen:									
Die Studierenden können verschiedene Typen partieller Differentialgleichungen unterscheiden und methodisch einordnen. Dabei ist ihnen die Bedeutung verschiedener Lösungsbegriffe in Theorie und Anwendung bekannt. Ferner können sie grundlegende analytische Methoden auf lineare partielle Differentialgleichungen anwenden.									
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):		jährlich/zweijährlich							
Dauer des Moduls:		2 Semester							
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		Module BaM-AN, BaM-LA							
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch							
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):		—							
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:		90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur Lehrveranstaltung Lineare partielle Differentialgleichungen; 60-minütiges Referat und schriftliche Ausarbeitung zum Seminar							
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:		bestandene Modulprüfung							
Lehrveranstaltungen		Typ	SWS	Semester			CP		
				1	2	3	4	5	6
Lineare partielle Differentialgleichungen		Vorlesung + Übung	4+2				*	*	
UND									
Seminar zu partiellen Differentialgleichungen		Seminar	2					*	*

Eine Spezialisierung in *Partielle Differentialgleichungen* mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme einer der auf Seite 60 beschriebenen Lehrveranstaltungen, siehe dazu Seite 46.



Modulbezeichnung: <b>Partielle Differentialgleichungen, BaM-PDGL-k</b>		Wahlpflicht		CP: 5					
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :									
<p><i>Nichtlineare partielle Differentialgleichungen erster Ordnung</i>: Vollständige Integrale, Charakteristiken, Hamilton-Jacobi-Gleichungen, hyperbolische Erhaltungsgleichungen.</p> <p><i>Nichtlineare Partielle Differentialgleichungen zweiter Ordnung</i>: nichtlineare Randwertprobleme, variationelle und topologische Methoden, Regularität schwacher Lösungen.</p>									
Qualifikationsziele und Kompetenzen:									
Die Studierenden können exemplarische Lösungsmethoden für nichtlineare partiellen Differentialgleichungen anwenden. Sie haben Kenntnisse über nichtlineare Phänomene und deren analytische Herleitung im Rahmen partieller Differentialgleichungen erworben.									
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):	jährlich/zweijährlich								
Dauer des Moduls:	1 Semester								
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	Module BaM-AN, BaM-LA, Kenntnisse aus der Vorlesung <i>Lineare Partielle DGLen'</i> sind dringend empfohlen								
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:	Deutsch oder Englisch								
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):	—								
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:	Modulabschlussprüfung: 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung								
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	bestandene Modulprüfung								
Lehrveranstaltungen	Typ	SWS	Semester						CP
			1	2	3	4	5	6	
Nichtlineare partielle Differentialgleichungen zweiter Ordnung	Vorlesung + Übung	2+1					*	*	5
oder Nichtlineare partielle Differentialgleichungen erster Ordnung	Vorlesung + Übung	2+1					*	*	5

Modulbezeichnung: <b>DGLen und Dynamische Systeme, BaM-DGDS-gs</b>		Wahlpflicht		CP: 13					
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :									
<i>Differentialgleichungen/Differential Equations</i> : Begrifflichkeiten, Reduktion auf Systeme erster Ordnung, explizite Lösungen spezieller Klassen, lineare Systeme, Matrix-Exponential, Existenz- und Eindeutigkeitssatz, Existenzsatz von Peano, maximale Lösung von Anfangswertproblemen, allgemeine Lösung, stetige Abhängigkeit von Anfangswerten und Parametern, Stabilität, Rand- und Eigenwertaufgaben, Lyapunov-Funktionen									
Qualifikationsziele und Kompetenzen:									
Die Studierenden erhalten einen Einblick in Methoden zur expliziten Lösung verschiedener Klassen von Differentialgleichungen. Sie lernen die grundlegenden Begriffe und Ergebnisse der Theorie der gewöhnlichen Differentialgleichungen kennen und beherrschen sicher die Charakterisierung der Stabilitätseigenschaften linearer autonomer Differentialgleichungen durch das Spektrum.									
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):	jährlich bis zweijährlich								
Dauer des Moduls:	ein Semester								
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	BaM-AN1, BaM-LA1, BaM-AN2, BaM-LA2, BaM-HA								
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:	Deutsch oder Englisch								
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):	—								
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:	90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur Lehrveranstaltung Differentialgleichungen/Differential Equations; 60-minütiges Referat und ggf. schriftliche Ausarbeitung zum Seminar								
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	bestandene Modulprüfung								
Lehrveranstaltungen	Typ	SWS	Semester						CP
			1	2	3	4	5	6	
Differentialgleichungen/Differential Equations	Vorlesung + Übung	4+2				*		*	9
UND									
Seminar	Seminar	2						*	4

Eine Spezialisierung in *Differentialgleichungen und Dynamische Systeme* mit 22 CP erreicht man durch Hinzunahme der auf Seite 59 beschriebenen Lehrveranstaltung *Lineare partielle Differentialgleichungen*, 18 CP erreicht man durch Hinzunahme einer der auf Seite 62 beschriebenen Lehrveranstaltungen, siehe dazu Seite 46.

Modulbezeichnung: <b>DGLen und Dynamische Systeme, BaM-DGDS-k</b>		Wahlpflicht				CP: 5			
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :									
<i>Dynamische Systeme</i> : Invariante Mengen, Konjugation, wandernde und nicht-wandernde Punkte, $\omega$ -Grenzmengen, Attraktoren, absorbierende und attrahierende Mengen, Stabilität, Lyapunov-Funktionen, invariante Maße, Linearisierung, Multiplikativer Ergodensatz, Lyapunov-Exponenten									
<i>Nichtautonome Dynamik/Non-Autonomous Dynamics</i> : Schiefproduktflüsse, Prozesse, Pullback- und Vorwärtskonvergenz, Attraktoren									
<i>Bifurkationstheorie/Bifurcation Theory</i> : Konzepte; lokale Bifurkationen: Sattel-Knoten, transkritische, Pitchfork, Hopf, Periodenverdopplung; globale Bifurkationen, homokline und heterokline Orbits									
Qualifikationsziele und Kompetenzen:									
Die Studierenden haben Verständnis für lokale und globale Stabilitätseigenschaften von Gleichgewichtslösungen entwickelt und erhalten Einblicke in die qualitative Herangehensweise an durch Differentialgleichungen beschriebene Entwicklungsgesetze. Sie haben theoretische Methoden für die Untersuchung und Klassifizierung invarianter Objekte – Fixpunkte, periodische Orbits, kompakte invariante Mengen, Attraktoren, invariante Maße – kennengelernt und ein Verständnis für lokale und globale Stabilitätseigenschaften invarianter Objekte in dynamischen Systemen entwickelt.									
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):	jährlich bis zweijährlich								
Dauer des Moduls:	zwei Semester								
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	BaM-AN1, BaM-LA1, BaM-AN2, BaM-LA2, BaM-HA								
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:	Deutsch oder Englisch								
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):	—								
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:	Modulabschlussprüfung: 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung								
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	bestandene Modulprüfung								
Lehrveranstaltungen	Typ	SWS	Semester						CP
			1	2	3	4	5	6	
Dynamische Systeme	Vorlesung mit Übung	2+1					*		5
oder Nichtautonome Dynamik/Non-Autonomous Dynamics	Vorlesung mit Übung	2+1						*	5
oder Bifurkationstheorie/Bifurcation Theory	Vorlesung mit Übung	2+1						*	5

Modulbezeichnung: <b>Numerik, BaM-NUM-gs</b>		Wahlpflicht		CP: 13					
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :									
<p><i>Numerik von Differentialgleichungen</i>: Numerische Lösungsverfahren für gewöhnliche Differentialgleichungen (z.B. Ein- und Mehrschrittverfahren, Runge-Kutta-Methoden, Steifigkeit und Stabilität, linear implizite Methoden, Randwertprobleme). Ausblick auf numerische Lösungsverfahren für partielle Differentialgleichungen.</p> <p><i>Optimierung und inverse Probleme</i>: Numerische Lösungsverfahren zur Behandlung unrestringierter Optimierungs- und Identifikationsprobleme (z.B. Optimalitätsbedingungen, Abstiegsverfahren, Newton- und Quasi-Newton-Verfahren, globalisierte Verfahren, Ausgleichsprobleme). Ausblick auf die restringierte Optimierung (z.B. Lineare Optimierung, Optimalitätsbedingungen, numerische Verfahren für nichtlineare restringierte Probleme) oder globale Optimierungsprobleme.</p> <p><i>Numerische Dynamik</i>: Durch gewöhnliche Differentialgleichungen erzeugte dynamische Systeme, Theorie zeitkontinuierlicher Systeme und deren Verhalten, durch numerische Verfahren erzeugte zeitdiskrete Systeme, Wirkung von Zeitdiskretisierung durch Einschrittverfahren auf Attraktoren, Sattelpunkte und Hamiltonsche Systeme.</p>									
Qualifikationsziele und Kompetenzen:									
Die Studierenden lernen numerische Konzepte kennen. Sie lernen, numerische Algorithmen zu entwickeln, mathematisch zu analysieren, computergestützt zu implementieren und auf konkrete Probleme anzuwenden.									
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):	jährlich								
Dauer des Moduls:	2 Semester								
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	BaM-NM								
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:	Deutsch oder Englisch								
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):	—								
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:	90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung; 60-minütiges Referat und ggf. schriftliche Ausarbeitung zum Seminar								
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	bestandene Modulprüfung								
Lehrveranstaltungen	Typ	SWS	Semester				CP		
			1	2	3	4	5	6	
Numerik von Differentialgleichungen	Vorlesung + Übung	4+2				*	*		9
oder Optimierung und inverse Probleme	Vorlesung + Übung	4+2				*	*		9
oder Numerische Dynamik	Vorlesung + Übung	4+2				*	*		9
UND									
Seminar zur Numerik	Seminar	2				*	*	*	4

Eine Spezialisierung in Numerik mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme einer der auf Seite 64 beschriebenen Lehrveranstaltungen, siehe dazu Seite 46.

Modulbezeichnung: <b>Numerik, BaM-NUM-k</b>		Wahlpflicht		CP: 5				
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :								
<i>Numerik partieller Differentialgleichungen</i> : Numerische Lösung partieller Differentialgleichungen (z.B. Finite-Differenzen-, Finite-Elemente- und Finite-Volumen-Verfahren, Linienmethoden).								
<i>Fortgeschrittene Optimierung und inverse Probleme</i> : Fortgeschrittene Themen der Optimierung und der inversen Probleme (z.B. restringierte Optimierung, Regularisierung schlecht-gestellter inverser Probleme oder inverse Probleme partieller Differentialgleichungen).								
<i>Stochastische Numerik</i> : Herleitung konsistenter Methoden höherer Ordnung für stochastische Differentialgleichungen mit Hilfe der stochastischen Taylor-Entwicklung sowie deren Implementierung.								
<i>Quadraturverfahren</i> : Eindimensionale Quadraturverfahren: Konstruktion, interpolatorische Verfahren, zusammengesetzte Verfahren; Mehrdimensionale Quadraturverfahren: Konstruktion, interpolatorische Verfahren, Monte-Carlo- und Quasi-Monte-Carlo-Verfahren, Dünngitterverfahren; Quadratur-Algorithmen: Fehlerschätzung, adaptive Verfeinerung;								
<i>Monte Carlo-Methoden</i> : Erzeugung von Zufallszahlen im Computer, Kongruenzgeneratoren, Quasi-Zufallszahlen, allgemeine Verteilungen, Inversionsmethode, Box-Muller-Methode, Acceptance-Rejection-Methode, Erzeugung von Zufallspfaden, Markovketten, Numerische Integration, Varianzreduktion.								
Qualifikationsziele und Kompetenzen:								
Die Studierenden lernen fortgeschrittene und forschungsnahe numerische Konzepte kennen. Sie lernen, fortgeschrittene numerische Algorithmen zu entwickeln, mathematisch zu analysieren, computergestützt zu implementieren und auf konkrete Probleme anzuwenden.								
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):	jährlich							
Dauer des Moduls:	1 Semester							
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	BaM-N							
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:	Deutsch oder Englisch							
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):	—							
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:	Modulabschlussprüfung: 60-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung							
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	bestandene Modulprüfung							
Lehrveranstaltungen	Typ	SWS	Semester				CP	
			1	2	3	4		5
Numerik partieller Differentialgl.	Vorlesung + Übung	2+1			*	*		5
oder Fortgeschrittene Optimierung und inverse Probleme	Vorlesung + Übung	2+1			*	*		5
oder Stochastische Numerik	Vorlesung + Übung	2+1			*	*		5
oder Quadraturverfahren	Vorlesung + Übung	2+1			*	*		5
oder Monte-Carlo-Verfahren	Vorlesung + Übung	2+1			*	*		5

Modulbezeichnung: <b>Numerische Finanzmathematik, BaM-NFM-gs</b>	Wahlpflicht	CP: 13							
<p>Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i>:</p> <p><i>Computational Finance</i>: Finanzderivate, Marktmodelle, grundlegende Bewertungsverfahren, geschlossene Bewertungsformeln, Baumverfahren, Simulationsverfahren, PDE-basierte Verfahren.</p>									
<p>Qualifikationsziele und Kompetenzen:</p> <p>Die Studierenden lernen unterschiedliche grundlegende numerische Verfahren zur Lösung finanzmathematischer Probleme kennen. Sie erhalten erste Kenntnisse im Hinblick auf Aufwand, Genauigkeit und Konvergenz dieser Verfahren. Im Vordergrund steht außerdem die Anwendung der Verfahren mittels effizienter Implementierung der gelernten Algorithmen auf dem Computer.</p>									
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):	zweijährlich								
Dauer des Moduls:	2 Semester								
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	BaM-N, BaM-ES								
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:	Deutsch oder Englisch								
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):	—								
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:	90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung; 45-minütiges Referat und ggf. schriftliche Ausarbeitung zum Seminar								
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	bestandene Modulprüfung								
Lehrveranstaltungen	Typ	SWS	Semester						CP
			1	2	3	4	5	6	
Computational Finance	Vorlesung + Übung	4+2				*			9
UND									
Seminar Numerische Finanzmath.	Seminar	2					*		4

Eine Spezialisierung in Numerischer Finanzmathematik mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme einer der auf Seite 66 beschriebenen Lehrveranstaltungen, siehe dazu Seite 46.

Modulbezeichnung: <b>Numerische Finanzmathematik, BaM-NFM-k</b>		Wahlpflicht		CP: 5					
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :									
<p><i>Inverse Probleme in der Finanzmathematik</i>: Parameterschätzung bei stochastischen Modellen, Maximum-Likelihood-Verfahren, Parameter-Kalibrierung, Optimierung.</p> <p><i>Stochastische Numerik</i>: Herleitung konsistenter Methoden höherer Ordnung für stochastische Differentialgleichungen mit Hilfe der stochastischen Taylor-Entwicklung sowie deren Implementierung.</p> <p><i>Monte Carlo-Methoden</i>: Erzeugung von Zufallszahlen im Computer, Kongruenzgeneratoren, Quasi-Zufallszahlen, allgemeine Verteilungen, Inversionsmethode, Box-Muller-Methode, Acceptance-Rejection-Methode, Erzeugung von Zufallspfaden, Markovketten, Numerische Integration, Varianzreduktion.</p>									
Qualifikationsziele und Kompetenzen:									
Die Studierenden lernen unterschiedliche fortgeschrittene numerische Verfahren zur Lösung finanzmathematischer Probleme kennen. Sie erweitern ihre Kenntnisse im Hinblick auf Aufwand, Genauigkeit und Konvergenz dieser Verfahren und lernen weitere Beurteilungsmethoden hinzu. Im Vordergrund steht außerdem die Anwendung der Verfahren mittels effizienter Implementierung der gelernten Algorithmen in höheren Programmiersprachen.									
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):		zweijährlich							
Dauer des Moduls:		1 Semester							
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		BaM-N, BaM-ES							
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch							
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):		—							
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:		Modulabschlussprüfung: 60-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung							
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:		bestandene Modulprüfung							
Lehrveranstaltungen		Typ	SWS	Semester			CP		
				1	2	3	4	5	6
Inverse Probleme in der Finanzmath.		Vorlesung + Übung	2+1				*		
oder Stochastische Numerik		Vorlesung + Übung	2+1					*	
oder Monte-Carlo-Verfahren		Vorlesung + Übung	2+1					*	

Modulbezeichnung: <b>Diskrete und algorithmische Mathematik, BaM-DAM-gs</b>		Wahlpflicht					CP: 13		
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :									
<i>Diskrete und konvexe Geometrie</i> : Konvexität, Modelle der diskreten und konvexen Geometrie (Polytope, Polyeder, Punktkonfigurationen, Gitter, Gitterpunkte in Polytopen), algorithmische Fragestellungen									
<i>(Lineare und kombinatorische) Optimierung</i> : Geometrische Grundlagen der Optimierung, lineare Optimierung, Dualitätstheorie, Optimierungsalgorithmen, kombinatorische Aufgabenstellungen, ganzzahlige Probleme, Graphenprobleme, Optimierungsmodelle der Spieltheorie									
<i>Kombinatorik</i> : fundamentale Koeffizienten, Graphentheorie, Hypergraphen und Mengensysteme, erzeugende Funktionen, enumerative Kombinatorik, Polynommethode									
<i>Probabilistische Kombinatorik</i> : probabilistische Methoden in der Diskreten Mathematik, algorithmische Aspekte									
Qualifikationsziele und Kompetenzen:									
Die Studierenden gewinnen Einblicke in diskrete und algorithmische Strukturen und Fragestellungen sowie ihre Verbindungen zu anderen Teilgebieten der Mathematik.									
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):	jährlich								
Dauer des Moduls:	2 Semester								
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	BaM-CM, BaM-LA2, BaM-AN2								
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:	Deutsch oder Englisch								
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):	—								
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:	90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung; 60-minütiges Referat und ggf. schriftliche Ausarbeitung zum Seminar								
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	bestandene Modulprüfung								
Lehrveranstaltungen	Typ	SWS	Semester						CP
			1	2	3	4	5	6	
Diskrete und konvexe Geometrie	Vorlesung + Übung	4+2				*	*		9
oder (Lineare und kombinatorische) Optimierung	Vorlesung + Übung	4+2				*	*		9
oder Kombinatorik	Vorlesung + Übung	4+2				*	*		9
oder Probabilistische Kombinatorik	Vorlesung + Übung	4+2				*	*		9
UND									
Seminar zur diskreten und algorithmischen Mathematik	Seminar	2				*	*	*	4

Eine Spezialisierung in Diskreter und algorithmischer Mathematik mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme einer der auf Seite 68 beschriebenen Lehrveranstaltungen, siehe dazu Seite 46.



Modulbezeichnung: <b>Diskrete und algorithmische Mathematik, BaM-DAM-k</b>		Wahlpflicht		CP: 5					
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :									
<i>Polytope</i> : Seitenstruktur und Kombinatorik von Polytopen und Polyedern, Graphen von Polytopen, Schlegel-Diagramme, Upper Bound Theorem, polyedrische Unterteilungen									
<i>Semidefinite Optimierung</i> : Konische Optimierungsprobleme, semidefinite Optimierungsprobleme, SDP-basierte Approximationsalgorithmen, Innere-Punkte-Verfahren, SDP und Summen von Quadraten, SDP-basierte Relaxationen									
<i>Polynomiale und semialgebraische Optimierung</i> : Momentenmethode, Positivstellensätze, positive Polynome und Optimierung, Dualität, Struktur von Polynomkegeln, LP-Relaxationen, semidefinite Relaxationen, geometrische Programmierung									
<i>Polynome</i> : Nullstellen von Polynomen, Geometrie und Kombinatorik von Polynomen, stabile Polynome, Geometrie und Kombinatorik von Amöben, algorithmische Methoden									
<i>Diskrete und konvexe Geometrie 2</i> : Fortgeschrittene und aktuelle Themen zur diskreten und konvexen Geometrie und ihren Anwendungen									
<i>Algebraische und topologische Methoden in der diskreten Mathematik</i> : Simpliciale Homologie, Satz von Borsuk-Ulam und kombinatorische Anwendungen, Monomideale, Stanley-Reisner-Ringe, torische und tropische Mathematik									
<i>Mathematische Spieltheorie</i> : strategische Spiele, Nash-Gleichgewichte, Bimatrixspiele, $n$ -Personen-Spiele, extensive Spiele, kooperative Modelle, algorithmische Aspekte									
Qualifikationsziele und Kompetenzen:									
Die Studierenden gewinnen Einblicke in diskrete und algorithmische Strukturen und Fragestellungen sowie ihre Verbindungen zu anderen Teilgebieten der Mathematik.									
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):	jährlich								
Dauer des Moduls:	1 Semester								
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	BaM-CM, BaM-LA2, BaM-AN2								
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:	Deutsch oder Englisch								
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):	—								
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:	Modulabschlussprüfung: 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung								
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	bestandene Modulprüfung								
Lehrveranstaltungen	Typ	SWS	Semester						CP
			1	2	3	4	5	6	
Polytope	Vorlesung + Übung	2+1				*	*		5
oder Semidefinite Optimierung	Vorlesung + Übung	2+1				*	*		5
oder Polynomiale und semialgebraische Optimierung	Vorlesung + Übung	2+1				*	*		5
oder Polynome	Vorlesung + Übung	2+1				*	*		5
oder Diskrete und konvexe Geometrie 2	Vorlesung + Übung	2+1				*	*		5
oder Algebraische und topologische Methoden in der diskreten Mathematik	Vorlesung + Übung	2+1				*	*		5
oder Mathematische Spieltheorie	Vorlesung + Übung	2+1				*	*		5

Modulbez.: <b>Kombinatorik, BaM-KOM-k</b>	Gebiet: <b>Diskr. und alg. Math.</b>	Wahlpflicht	CP: 5																																										
<p>Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i>:</p> <p><i>Additive Kombinatorik</i>: Freimans Theorem, diskrete Fourier-Analyse, Theoreme von Minkowski, Roths Theorem, Sum-Product Phänomen</p> <p><i>Zufällige Graphen</i>: Erdős-Renyi und verwandte Modelle, giant component, Schwellenwertfunktionen, zero-one-laws</p> <p><i>Markovketten und zufälliges Erzeugen</i>: Konvergenzsätze, mixing time, Metropolisprozess und Glauber dynamics, couplings, Anwendungen auf Modelle der statistischen Physik</p> <p><i>Stochastische Analyse von Algorithmen</i>: Irrfahrten und binäre Bäume, Binärsuchbäume, probabilistische Methode und zufällige Graphen, Galton-Watson Bäume, Heuristiken für das <i>traveling salesman problem</i>, Digitale Suchbäume und Lempel-Ziv Kodierung.</p>																																													
<p>Qualifikationsziele und Kompetenzen:</p> <p>Die Studierenden gewinnen Einblicke in diskrete und algorithmische Strukturen und Fragestellungen sowie ihre Verbindungen zu anderen Teilgebieten der Mathematik.</p>																																													
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):	jährlich																																												
Dauer des Moduls:	1 Semester																																												
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	BaM-CM, BaM-LA2, BaM-AN2																																												
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:	Deutsch oder Englisch																																												
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):	—																																												
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:	Modulabschlussprüfung: 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung																																												
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	bestandene Modulprüfung																																												
Lehrveranstaltungen	Typ	SWS	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">Semester</th> <th rowspan="2">CP</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Additive Kombinatorik</td> <td>Vorlesung + Übung</td> <td>2+1</td> <td></td> <td></td> <td>*</td> <td>*</td> <td rowspan="4">5</td> </tr> <tr> <td>oder Zufällige Graphen</td> <td>Vorlesung + Übung</td> <td>2+1</td> <td></td> <td></td> <td>*</td> <td>*</td> </tr> <tr> <td>oder Markovketten und zufälliges Erzeugen</td> <td>Vorlesung + Übung</td> <td>2+1</td> <td></td> <td></td> <td>*</td> <td>*</td> </tr> <tr> <td>oder Stochastische Analyse von Algorithmen</td> <td>Vorlesung + Übung</td> <td>2+1</td> <td></td> <td></td> <td>*</td> <td>*</td> </tr> </tbody> </table>	Semester						CP	1	2	3	4	5	6	Additive Kombinatorik	Vorlesung + Übung	2+1			*	*	5	oder Zufällige Graphen	Vorlesung + Übung	2+1			*	*	oder Markovketten und zufälliges Erzeugen	Vorlesung + Übung	2+1			*	*	oder Stochastische Analyse von Algorithmen	Vorlesung + Übung	2+1			*	*
Semester						CP																																							
1	2	3	4	5	6																																								
Additive Kombinatorik	Vorlesung + Übung	2+1			*	*	5																																						
oder Zufällige Graphen	Vorlesung + Übung	2+1			*	*																																							
oder Markovketten und zufälliges Erzeugen	Vorlesung + Übung	2+1			*	*																																							
oder Stochastische Analyse von Algorithmen	Vorlesung + Übung	2+1			*	*																																							

Modulbezeichnung: <b>Stochastik, BaM-STO-gs</b>		Wahlpflicht		CP: 13					
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :									
<i>Stochastische Prozesse</i> : Markov-Ketten, bedingte Erwartung und Martingale, Poisson-/ Punkt-/ Erneuerungsprozesse, Brownsche Bewegung, Stochastisches Integral und Itô-Formel.									
Qualifikationsziele und Kompetenzen:									
Die Studierenden haben Kenntnisse in der Modellierung und Analyse von Zufälligkeit mittels stochastischer Prozesse. Sie beherrschen grundlegende dynamische Begriffe der Stochastik.									
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):		jährlich							
Dauer des Moduls:		2 Semester							
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		BaM-ES							
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch							
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):		—							
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:		90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur Lehrveranstaltung Stochastische Prozesse; 60-minütiges Referat und ggf. schriftliche Ausarbeitung zum Seminar							
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:		bestandene Modulprüfung							
Lehrveranstaltungen		Typ	SWS	Semester			CP		
				1	2	3	4	5	6
Stochastische Prozesse		Vorlesung + Übung	4+2				*		
UND									
Seminar Wahrscheinlichkeitstheorie		Seminar	2					*	

Eine Spezialisierung in *Stochastik* mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme einer der auf Seite 71 beschriebenen Lehrveranstaltungen, siehe dazu Seite 46.

Modulbezeichnung: <b>Stochastik, BaM-STO-k</b>		Wahlpflicht		CP: 5					
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :									
<i>Stochastische Populationsmodelle</i> : Verzweigungsprozesse und zufällige Genealogien, Wright-Fisher-Modell, Moran-Modell, Multityp-Prozesse.									
<i>Stochastische Analyse von Algorithmen</i> : Irrfahrten und binäre Bäume, Binärsuchbäume, probabilistische Methode und zufällige Graphen, Galton-Watson Bäume, Heuristiken für das <i>traveling salesman problem</i> , Digitale Suchbäume und Lempel-Ziv Kodierung.									
<i>Extremwerttheorie</i> : max-Anziehungsbereiche, Satz von Fisher-Tippett-Gnedenko, Ordnungsstatistiken, Rekorde, (Poisson) Punktprozesse und deren Konvergenz									
Qualifikationsziele und Kompetenzen:									
Die Studierenden haben einen vertieften Einblick in die Stochastik gewonnen und studieren Modelle in einem Spezialbereich.									
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):	jährlich								
Dauer des Moduls:	1 Semester								
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	BaM-ES; Empfohlen sind Kenntnisse aus <i>Stochastische Prozesse</i> .								
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:	Deutsch oder Englisch								
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):	—								
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:	Modulabschlussprüfung: 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung								
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	bestandene Modulprüfung								
Lehrveranstaltungen	Typ	SWS	Semester						CP
			1	2	3	4	5	6	
Stochastische Analyse von Algorithmen oder Stochastische Populationsmodelle	Vorlesung + Übung	2+1			*		*		5
oder Stochastische Populationsmodelle	Vorlesung + Übung	2+1			*		*		5
oder Extremwerttheorie	Vorlesung + Übung	2+1					*		5

Modulbezeichnung: <b>Statistik, BaM-STA-ks</b>		Wahlpflicht		CP: 9					
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :									
<p><i>Statistik 1</i>: Deskriptive Statistik, Schätzen mit Konfidenz, Maximum-Likelihood, Suffizienz, Testen statistischer Hypothesen (z-Test, t-Test, Wilcoxon-Test, Permutationstest), Einfache Varianzanalyse und lineare Regression, Ideen des Bootstrap, Datenanalyse mit dem statistischen Programmpaket R.</p> <p><i>Statistisches Praktikum</i>: verschiedene Themen aus der Statistik im Zusammenwirken mit Anwendern</p>									
Qualifikationsziele und Kompetenzen:									
Die Studierenden haben Grundkenntnisse in statistischer Modellierung und sind vertraut mit der Analyse von Zufälligkeit. Sie kennen grundlegende Klassen stochastischer Prozesse und beherrschen grundlegenden Begriffe der Stochastik. Die Studierenden sind in der Lage, komplexe statistische Sachverhalte zu präsentieren. Sie sind vertraut, statistische Modelle zu entwickeln und mit Anwendern zu diskutieren.									
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):	jährlich								
Dauer des Moduls:	2 Semester								
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	BaM-ES								
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:	Deutsch oder Englisch								
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):	—								
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:	90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur Lehrveranstaltung Statistik 1; 60-minütiges Referat und schriftliche Ausarbeitung zum Statistischen Praktikum								
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	bestandene Modulprüfung.								
Lehrveranstaltungen	Typ	SWS	Semester				CP		
			1	2	3	4	5	6	
Statistik 1	Vorlesung + Übung	2+1			*		*		5
UND									
Statistisches Praktikum	Seminar	2				*		*	4

Eine Spezialisierung in *Statistik* mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme der auf Seite 70 beschriebenen Lehrveranstaltung *Stochastische Prozesse*, siehe dazu Seite 46.

Modulbezeichnung: <b>Statistik, BaM-STA-k</b>		Wahlpflicht		CP: 5					
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :									
<p><i>Statistik 2</i>: Normales lineares Modell, mehrfaktorielle Varianzanalyse, Kovarianzanalyse, multiple Regression und Korrelation, Hauptkomponentenanalyse, multidimensionale Normalverteilung, Chiquadrattest, Delta-Methode, logistische Regression, Ideen der Modellwahl.</p> <p><i>Statistik 3</i>: Verallgemeinertes Lineares Modell, Diskriminanzanalyse, Bayessche Statistik, Zeitreihenmodelle, angewandte Statistik von Punktprozessen.</p>									
Qualifikationsziele und Kompetenzen:									
Die Studierenden haben Kenntnisse in Modellierung erworben und sich vertraut gemacht mit der Analyse von Zufälligkeit. Sie haben grundlegende Klassen stochastischer Prozesse kennengelernt und beherrschen die grundlegenden Begriffe der Stochastik sicher.									
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):		jährlich							
Dauer des Moduls:		1 Semester							
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		Kenntnisse aus <i>Statistik 1</i> werden vorausgesetzt. Für <i>Statistik 3</i> werden zusätzlich Kenntnisse aus <i>Statistik 2</i> vorausgesetzt.							
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch							
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):		—							
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:		Modulabschlussprüfung: 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung							
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:		bestandene Modulprüfung							
Lehrveranstaltungen		Typ	SWS	Semester			CP		
				1	2	3	4	5	6
Statistik 2		Vorlesung + Übung	2+1				*		*
oder Statistik 3		Vorlesung + Übung	2+1					*	

Modulbezeichnung: <b>Zeitdiskrete Finanzmathematik, BaM-DF-k</b>		Wahlpflicht		CP: 5					
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :									
<p><i>Vorlesung Einführung in die stochastische Finanzmathematik</i>: Grundlagen der Maßtheorie, kohärente Risikomaße, mathematische Modellierung zeitdiskreter Finanzmärkte, No-Arbitrage-Prinzip, zeitdiskrete Martingale, Maßwechsel, Derivate europäischen Typs, vollständige und unvollständige Märkte, Nutzenoptimierung</p>									
Qualifikationsziele und Kompetenzen:									
<p>Die Studierenden haben sich mit dem Zusammenspiel ökonomischer Denkweisen und mathematisch rigoroser Modellierung vertraut gemacht. Sie haben Kenntnisse über komplexe Finanzprodukte und ihre Bewertung erworben und beherrschen die grundlegenden Begriffe der stochastischen Finanzmathematik.</p>									
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):		jährlich							
Dauer des Moduls:		1 Semester							
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		BaM-AN, BaM-GS, BaM-ES, VL Stochastische Prozesse (S. 70) sollte parallel gehört werden.							
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch							
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):		—							
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:		Modulabschlussprüfung: 20-minütige mündliche Prüfung							
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:		bestandene Modulprüfung							
Herkunft des Moduls sofern nicht aus diesem Studiengang:		—							
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen:									
Lehrveranstaltungen		Typ	SWS	Semester			CP		
				1	2	3	4	5	6
Einführung in die stochastische Finanzmathematik		Vorlesung + Übung	2+1				*		

Modulbezeichnung: <b>Stochastische Analysis mit Finanzmathe, BaM-SAN-ks</b>		Spezialisierung					CP: 9		
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :									
<p><i>Vorlesung Stochastische Analysis mit Finanzmathematik</i>: Stochastisches Integral für linksstetige Integranden und Semimartingale als Integratoren, Itô-Formel, Girsanov-Meyer-Theorem, Vermögensdynamiken in stetiger Zeit, Black-Scholes-Modell, implizite Volatilitäten, Sprungrisiko</p> <p><i>Finanzmathematisches Seminar</i>: wechselnde Themen aus der stochastischen Finanzmathematik</p>									
Qualifikationsziele und Kompetenzen:									
Die Studierenden haben grundlegende Ideen der stochastischen Analysis kennengelernt. Sie haben einen ersten Einblick in die zeitstetige Modellierung von Finanzmärkten gewonnen und studieren einfache Modelle, die in der Praxis angewendet werden.									
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):	zweijährlich								
Dauer des Moduls:	2 Semester								
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	Modulteilprüfung Stochastische Prozesse in BaM-STO-gs (S. 70)								
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:	Deutsch oder Englisch								
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):	—								
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:	Modulabschlussprüfung: 20-minütige mündliche Prüfung zur Lehrveranstaltung <i>Vorlesung Stochastische Analysis mit Finanzmathematik</i> ; Referat mit schriftlicher Ausarbeitung im Seminar.								
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	bestandene Modulprüfung								
Herkunft des Moduls sofern nicht aus diesem Studiengang:	—								
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen:									
Lehrveranstaltungen	Typ	SWS	Semester						CP
			1	2	3	4	5	6	
Stochastische Analysis mit Finanzmathematik	Vorlesung + Übung	2+1					*		5
Finanzmathematisches Seminar	Seminar	2					*		4

Eine Spezialisierung in *Finanzmathematik* mit 23 CP erreicht man durch Hinzunahme der auf den Seiten 70 und 74 beschriebenen Lehrveranstaltungen *Stochastische Prozesse* und *Einführung in die stochastische Finanzmathematik*, siehe dazu Seite 46.



Allgemeine berufsvorbereitende Veranstaltungen	BaM-SK	CP: 12
<i>Lehrveranstaltung</i>	SWS	CP
Berufspraktikum (lange Variante)	–	12
<i>oder</i>		
Berufspraktikum (kurze Variante)	–	9
Kommunikation	2 V	3
<i>oder</i>		
Tutoriumsleitung	–	9
Kommunikation	2 V	3
<i>oder</i>		
Programmierpraktikum Computational Finance	–	9
Kommunikation	2 V	3

Modulbezeichnung: <b>Programmierpraktikum, BaM-PCF</b>		Wahlpflicht		CP: 9					
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :									
<p><i>Programmierpraktikum Computational Finance</i>: Finanzderivate, Marktmodelle, grundlegende Bewertungsverfahren, geschlossene Bewertungsformeln, Baumverfahren, Simulationsverfahren, PDE-basierte Verfahren, effiziente Implementierung.</p>									
Qualifikationsziele und Kompetenzen:									
<p>Die Studierenden lernen unterschiedliche grundlegende numerische Verfahren zur Lösung finanzmathematischer Probleme kennen. Sie erhalten Kenntnisse im Hinblick auf Aufwand, Genauigkeit, Konvergenz und Implementierung dieser Verfahren. Im Vordergrund steht die Implementierung der gelernten Algorithmen in einer höheren Programmiersprache.</p>									
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):	zweijährlich								
Dauer des Moduls:	1 Semester								
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	BaM-N, BaM-ES, grundlegende Programmierkenntnisse in einer höheren Programmiersprache (z.B. Java, Cpp)								
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:	Deutsch								
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):	LN: Übungsaufgaben								
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	Erreichen von mindestens 50 % der zu vergebenen Übungspunkte und regelmäßige Teilnahme an den Übungen.								
Lehrveranstaltungen	Typ	SWS	Semester						CP
			1	2	3	4	5	6	
Programmierpraktikum Computational Finance	Vorlesung + Übung	2+4				*			9

Das Programmierpraktikum Computational Finance in Kombination mit dem jährlich angebotenen Kurs *Kommunikation* kann als Alternative zum Berufspraktikum eingebracht werden.

Modulbezeichnung: <b>Anleitung zur Statistischen Beratung, BaM-SK-K</b>		Wahlpflicht					CP: 3			
<p>Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen zu Kommunikation</i>:</p> <p><i>Anleitung zur Statistischen Beratung</i>: Diskussion von Fallbeispielen aus der Statistischen Beratung.</p>										
<p>Qualifikationsziele und Kompetenzen:</p> <p>Die Studierenden machen sich vertraut mit allen Aspekten angewandter statistischer Beratung, wie Diskussion mit dem Anwender, Herausarbeitung der Hauptfragen, Übersetzung in statistische Fragestellungen, Diskussion von Modellansätzen, Anwendung einfacher statistischer Verfahren und Erstellung und Auswahl graphischer Darstellungen sowie eines Kurzberichts für den Anwender.</p>										
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):		jährlich oder zweijährlich								
Dauer des Moduls:		1 Semester								
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		Statistik 1								
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch								
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):		LN: Bearbeitung von 1-2 Fallbeispielen mit Präsentation und Kurzbericht								
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:		siehe Studiennachweise								
Lehrveranstaltungen		Typ	SWS	Semester						CP
Anleitung zur Statistischen Beratung		Proseminar	2	1	2	3	4	5	6	3
						*			*	

Das Proseminar *Anleitung zur Statistischen Beratung* stellt eine Möglichkeit für die Veranstaltung *Kommunikation* im Modul BaM-SK dar.

Modulbezeichnung: <b>Präsentation zum Statistischen Praktikum, BaM-SK-K</b>		Wahlpflicht		CP: 2						
<p>Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen zu Kommunikation</i>:</p> <p><i>Präsentation zum Statistischen Praktikum</i>: Präsentation der Hauptergebnisse aus dem Statistischen Praktikum in einer anwenderfreundlichen Kurzvortragsreihe.</p>										
<p>Qualifikationsziele und Kompetenzen:</p> <p>Die Studierenden lernen, die Hauptbotschaften ihres im Statistischen Praktikum erarbeiteten mathematisch-statistischen Themas herauszuarbeiten und in gut verständlicher und knapper Form (ca. 10 Min) in einem Kurzvortrag zusammen zu fassen. Sie erlernen geeignete graphische Darstellungen der Hauptbotschaften und prägnante und formal präzise Formulierungen, die auch für Anwender verständlich sein sollen.</p>										
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):		jährlich oder zweijährlich, zum Statistischen Praktikum								
Dauer des Moduls:		Blockveranstaltung am Semesterende								
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		Statistik 1, Statistisches Praktikum								
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch								
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):		Präsentation der Hauptergebnisse aus dem Statistischen Praktikum in einem anwenderfreundlichen Kurzvortrag								
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:		siehe Studiennachweise								
Lehrveranstaltungen		Typ	SWS	Semester			CP			
Präsentation zum Statistischen Praktikum		Proseminar		1	2	3	4	5	6	2
						*			*	

Das Proseminar Präsentation zum Statistischen Praktikum kann in das Modul BaM-SK eingebracht werden. Um auf die geforderten 3 CPs für die Veranstaltung *Kommunikation* zu kommen, kann beispielsweise durch ein Softskill-Modul mit 1 CP ergänzt werden.

<b>Abschlussmodul</b>	<b>BaM-AM</b>	<b>CP: 15</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	<i>SWS</i>	<i>CP</i>
Bachelorarbeit	–	12
Abschlussseminar	–	3

## Anhang 4: Modulbeschreibungen/Bachelor/Anwendungsfach

Hier sind folgende Anwendungsfächer für das Bachelorstudium ausgeführt:

<i>Anwendungsfach</i>	<i>FB</i>	<i>Seite</i>
Betriebswirtschaftslehre	02	81
Finanzwirtschaft (Finance)	02	82
Volkswirtschaftslehre	02	83
Geowissenschaften	11	84
Meteorologie	11	86
Informatik	12	88
Experimentelle Physik	13	89
Theoretische Physik	13	90
Chemie	14	91
Biowissenschaften	15	92

Für die in diesem Abschnitt aufgeführten Module gelten die Modulbeschreibungen und die Bedingungen zum Erwerb von CP entsprechend den aktuell gültigen Fassungen der Prüfungsordnungen derjenigen Fachbereiche, welche diese Module anbieten. Darüber hinaus finden sich in den jeweiligen Prüfungsordnungen aktuelle und ausführliche Beschreibungen der Module, weshalb hier nur grobe Übersichten über die jeweils angebotenen Module aufgeführt sind.

## Anwendungsfach Betriebswirtschaftslehre–FB 2

Das Anwendungsfach umfasst die Teile „Einführung in die Betriebswirtschaftslehre“ und „Betriebswirtschaftliche Basiskurse“, die zusammen in vier Module aufgeteilt sind. Dazu kommt ein Modul „Wirtschaftsinformatik“, das in der Verantwortung des FB 12/Informatik angeboten wird.

<b>Einführung in die Betriebswirtschaftslehre: Finanzen</b>	<b>BaM-AFBW-1</b>	<b>CP: 5</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	SWS	CP
Finanzen 1 / (OFIN)	2 V 1 Ü	5

<b>Einführung in die Betriebswirtschaftslehre: Marketing</b>	<b>BaM-AFBW-2</b>	<b>CP: 5</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	SWS	CP
Marketing 1 / (OMAR)	2 V 1 Ü	5

<b>Betriebswirtschaftlicher Basiskurs: Rechnungswesen</b>	<b>BaM-AFBW-3</b>	<b>CP: 6</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	SWS	CP
Accounting 1 / (BACC)	2 V 1 Ü 1 M *)	6

\*) 1 M heißt 1 Mentorium.

<b>Betriebswirtschaftlicher Basiskurs: Management</b>	<b>BaM-AFBW-4</b>	<b>CP: 6</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	SWS	CP
Management 1/(BMGT)	2 V 1 Ü 1 M *)	6

\*) 1 M heißt 1 Mentorium.

<b>Wirtschaftsinformatik</b>	<b>BaM-AFBW-5</b>	<b>CP: 2</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	SWS	CP
Elemente der Wirtschaftsinformatik	2 V	2

## Anwendungsfach Finanzwirtschaft (Finance) – FB 2

Das Anwendungsfach umfasst die Module „Finanzen 1-3“ sowie ein Spezialisierungsmodul. Dazu kommt ein Modul „Wirtschaftsinformatik“, das in der Verantwortung des FB 12/Informatik angeboten wird.

<b>Finanzwirtschaft</b>	<b>BaM-AFFW-1</b>	<b>CP: 17</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	<i>SWS</i>	<i>CP</i>
Finanzen 1 (OFIN)	2 V 1 Ü	5
Finanzen 2 (BFIN)	2 V 1 Ü	6
Finanzen 3 (PFIN)	2 V 1 Ü	6

<b>Spezialisierung (Special topic)</b>	<b>BaM-AFFW-2</b>	<b>CP: 5</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	<i>SWS</i>	<i>CP</i>
Financial Risk Management	3 V mit Ü	5
<i>oder</i>		
Derivatives 1: Discrete Time Models	3 V mit Ü	5

<b>Wirtschaftsinformatik</b>	<b>BaM-AFFW-3</b>	<b>CP: 2</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	<i>SWS</i>	<i>CP</i>
Elemente der Wirtschaftsinformatik	2 V	2

## Anwendungsfach Volkswirtschaftslehre–FB 2

Das Anwendungsfach umfasst die Bereiche „Einführung in die Volkswirtschaftslehre“ und „Volkswirtschaftlicher Basiskurs“. Dazu kommt ein Modul „Wirtschaftsinformatik“, das in der Verantwortung des FB 12/Informatik angeboten wird.

<b>Einführung in die Volkswirtschaftslehre</b>	<b>BaM-AFVW-1</b>	<b>CP: 10</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	<i>SWS</i>	<i>CP</i>
Einführung in die Volkswirtschaftslehre / (OVWL)	4 V 2 Ü	10

<b>Volkswirtschaftlicher Basiskurs</b>	<b>BaM-AFVW-2</b>	<b>CP: 12</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	<i>SWS</i>	<i>CP</i>
Mikroökonomie 1/(BMIK)	4 V 2 Ü 1 M *)	12
<i>oder</i>		
Makroökonomie 1	4 V 2 Ü 1 M *)	12

\*) 1 M heißt 1 Mentorium.

<b>Wirtschaftsinformatik</b>	<b>BaM-AFVW-3</b>	<b>CP: 2</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	<i>SWS</i>	<i>CP</i>
Elemente der Wirtschaftsinformatik	2 V	2



## Anwendungsfach Geowissenschaften – FB 11

Option A:

Vertiefung Geophysik (BaM-AFGW-1, BaM-AFGW-2 und BaM-AFGW-3 oder BaM-AFGW-4).  
Insgesamt 25 CP.

Option B:

Vertiefung Kristallographie (BaM-AFGW-1, BaM-AFGW-5 und BaM-AFGW-6).  
Insgesamt 25 CP.

<b>Geowissenschaften</b>	<b>BaM-AFGW-1</b>	<b>CP: 11</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	<i>SWS</i>	<i>CP</i>
Geomaterialien	4 V / Ü	5
System Erde	4 V	4
Kartenkunde	2 Ü	2

<b>Geophysik I</b>	<b>BaM-AFGW-2</b>	<b>CP: 6</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	<i>SWS</i>	<i>CP</i>
Einführung in die Geophysik I	3 V / Ü	3
Einführung in die Geophysik II	2 V / Ü	3

<b>Geophysik II</b>	<b>BaM-AFGW-3</b>	<b>CP: 8</b>
<i>Lehrveranstaltung</i> *)	<i>SWS</i>	<i>CP</i>
Geodynamik: Plattentektonik und Rheologie <i>oder</i>	2 V 1 Ü	4
Numerische Methoden in der Geophysik <i>oder</i>	2 V 1 Ü	4
Digitale Signalverarbeitung I <i>oder</i>	2 V 1 Ü	4
Angewandte Geoelektrik <i>oder</i>	2 V 1 Ü	4
Spezielle Themen aus der Angewandten Geophysik <i>oder</i> <i>oder</i>	2 V 1 Ü	4
Spezielle Themen aus der Allgemeinen Geophysik <i>oder</i>	2 V 1 Ü	4
Geodynamik: Fluidodynamik und Wärmetransport <i>oder</i>	2 V 1 Ü	4
Einführung in die Seismologie <i>oder</i>	2 V 1 Ü	4
Statistische Methoden <i>oder</i>	2 V 1 Ü	4
Magnetotellurik <i>oder</i>	2 V 1 Ü	4
Physik der Magmen und Vulkane <i>oder</i>	2 V 1 Ü	4
Fels- und Bodenmechanik	2 V 1 Ü	4

\*) Aus diesem Modul sind 2 Lehrveranstaltungen auszuwählen.

<b>Geophysik III</b>	<b>BaM-AFGW-4</b>	<b>CP: 8</b>
<i>Lehrveranstaltung</i> *)	SWS	CP
Figur und Schwerefeld <i>oder</i>	2 V 1 Ü	4
Inversion geophysikalischer Daten <i>oder</i>	2 V 1 Ü	4
Spezielle Themen der Seismologie <i>oder</i>	2 V 1 Ü	4
Angewandte Seismik <i>oder</i>	2 V 1 Ü	4
Impaktphänomene <i>oder</i>	2 V 1 Ü	4
Magnetismus der Erde <i>oder</i>	2 V 1 Ü	4
Digitale Signalverarbeitung II <i>oder</i>	2 V 1 Ü	4
Methoden und Verfahren der Seismologie <i>oder</i>	2 V 1 Ü	4
Angewandte Gravimetrie und Magnetik <i>oder</i>	2 V 1 Ü	4
Gesteinsphysik	2 V 1 Ü	4

\*) Aus diesem Modul sind zwei Lehrveranstaltungen auszuwählen.

<b>Mineralogie I</b>	<b>BaM-AFGW-5</b>	<b>CP: 6</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	SWS	CP
Einführung in die Mineralogie	2 V / Ü	2,5
Kristallographie/Kristallchemie	2 V / Ü	3,5

<b>Kristallographie</b>	<b>BaM-AFGW-6</b>	<b>CP: 10</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	SWS	CP
Kristallstrukturbestimmung	2 V 1Ü	3,5
Kristallchemie	2 V	2
Mineralphysik	2 V	2,5
Kristallographisches Seminar	1 S	2

## Anwendungsfach Meteorologie – FB 11

Für das Anwendungsfach Meteorologie ist aus den Module BaM-AFM-1 und BaM-AFM-2 mindestens eines verpflichtend zu wählen. Aus den Module BaM-AFM-3 bis BaM-AFM-13 sind zusätzlich Module zu wählen, um insgesamt mindestens 24 CP zu erreichen.

<b>Allgemeine Meteorologie und Klimatologie</b>	<b>BaM-AFM-1</b>	<b>CP: 10</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	SWS	CP
Allgemeine Meteorologie	3 V 2 Ü	6
Allgemeine Klimatologie	2 V 1 Ü	4

<b>Atmospheric Dynamics</b>	<b>BaM-AFM-2</b>	<b>CP: 10</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	SWS	CP
Atmospheric Dynamics 1	2 V 2 Ü	5
Atmospheric Dynamics 2	2 V 2 Ü	5

<b>Numerical Weather Prediction und Wetterbesprechung</b>	<b>BaM-AFM-3</b>	<b>CP: 5</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	SWS	CP
Numerical Weather Prediction	2 V 1 Ü	4
Wetterbesprechung	1 V	1

<b>Physik und Chemie der Atmosphäre 1</b>	<b>BaM-AFM-4</b>	<b>CP: 7</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	SWS	CP
Physik und Chemie der Atmosphäre 1	3 V 2 Ü	7

<b>Atmosphärendynamik 3</b>	<b>BaM-AFM-5</b>	<b>CP: 7</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	SWS	CP
Atmosphärendynamik 3	3 V 2 Ü	7

<b>Meteorologisches Praktikum</b>	<b>BaM-AFM-6</b>	<b>CP: 4</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	SWS	CP
Meteorolog. Instrumentenpraktikum	2 PR	4

<b>Meteorologisches Seminar</b>	<b>BaM-AFM-7</b>	<b>CP: 4</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	SWS	CP
Seminar aus dem Bereich der experimentellen oder theoretischen Meteorologie	2 S	4

<b>Klimawandel</b>	<b>BaM-AFM-8</b>	<b>CP: 4</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	SWS	CP
Klimawandel	2 V 1 Ü	4

<b>Atmosphärische Strahlung</b>	<b>BaM-AFM-11</b>	<b>CP: 4</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	SWS	CP
Atmosphärische Strahlung	2 V 1 Ü	4

<b>Statistische Methoden in Meteorologie und Klimatologie</b>	<b>BaM-AFM-12</b>	<b>CP: 4</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	<i>SWS</i>	<i>CP</i>
Statistische Methoden in Meteorologie und Klimatologie	2 V 1 Ü	4

<b>Synoptik</b>	<b>BaM-AFM-13</b>	<b>CP: 4</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	<i>SWS</i>	<i>CP</i>
Synoptische Meteorologie	2 V 1 Ü	4

## Anwendungsfach Informatik – FB 12

Für das Anwendungsfach Informatik sind aus folgender Liste Veranstaltungen im Umfang von mindestens 24 CP zu wählen.

<b>Datenstrukturen</b>	<b>BaM-AFI-1</b>	<b>CP: 5</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	SWS	CP
Datenstrukturen	2 V 1 Ü	5

<b>Theoretische Informatik 1</b>	<b>BaM-AFI-2</b>	<b>CP: 10</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	SWS	CP
Theoretische Informatik 1	4 V 2 Ü 0.5 E *)	10

\*) E heißt Ergänzungsübung.

<b>Hardwarearchitekturen und Rechensysteme</b>	<b>BaM-AFI-3</b>	<b>CP: 8</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	SWS	CP
Hardwarearchitekturen und Rechensysteme	3 V 2 Ü	8

<b>Programmierung 1</b>	<b>BaM-AFI-4</b>	<b>CP:11</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	SWS	CP
Grundlagen der Programmierung 1	2 V 2 Ü	6
Einführung in die Programmierung	1 V 2 Ü	5

<b>Programmierung 2</b>	<b>BaM-AFI-5</b>	<b>CP: 8</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	SWS	CP
Grundlagen der Programmierung 2	3 V 2 Ü	8

## Anwendungsfach Experimentalphysik – FB 13

<b>Einführung in die Physik</b>	<b>BaM-AFEP-1</b>	<b>CP: 18</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	<i>SWS</i>	<i>CP</i>
Experimentalphysik 1: Mechanik und Thermodynamik	4 V 2 Ü	10
Experimentalphysik 2: Elektrodynamik	4 V 2 Ü	8

<b>Anfängerpraktikum</b>	<b>BaM-AFEP-2</b>	<b>CP: 8</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	<i>SWS</i>	<i>CP</i>
Anfängerpraktikum 1	4 P	8
<i>oder</i>		
Anfängerpraktikum 2	4 P	8

Für den Fall mangelnder Aufnahmekapazität in den Praktika wird auf die in der Ordnung des Bachelorstudiengangs Physik bestehende Regelung verwiesen.

## Anwendungsfach Theoretische Physik – FB 13

<b>Theoretische Physik A</b>	<b>BaM-AFTP-1</b>	<b>CP: 8</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	<i>SWS</i>	<i>CP</i>
Theoretische Physik 1: Mathematische Methoden der Theoretischen Physik	4 V 2,5 Ü	8

<b>Theoretische Physik B</b>	<b>BaM-AFTP-2</b>	<b>CP: 8</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	<i>SWS</i>	<i>CP</i>
Theoretische Physik 2: Klassische Mechanik	4 V 2,5 Ü	8

<b>Theoretische Physik C</b>	<b>BaM-AFTP-3</b>	<b>CP: 8</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	<i>SWS</i>	<i>CP</i>
Theoretische Physik 3: Klassische Elektrodynamik	4 V 2,5 Ü	8
<i>oder</i>		
Theoretische Physik 4: Quantenmechanik	4 V 2,5 Ü	8

## Anwendungsfach Chemie – FB 14

Für das Anwendungsfach Chemie ist das Modul BaM-AFC-1 verpflichtend. Aus den Modulen BaM-AFC-2 bis BaM-AFC-11 sind zusätzlich Module zu wählen, um insgesamt mindestens 24 CP zu erreichen.

<b>Grundlagen der Allgemeinen und Anorganischen Chemie</b>	<b>BaM-AFC-1</b>	<b>CP: 7</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	SWS	CP
Allgemeine und Anorganische Chemie für Naturwissenschaftler	4 V 1 Ü	7

<b>Allgemeine und Anorganische Chemie</b>	<b>BaM-AFC-2</b>	<b>CP: 4</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	SWS	CP
Praktikum und Seminar Allgemeine und Anorganische Chemie für Naturwissenschaftler	3 P 1 S	4

<b>Festkörperchemie</b>	<b>BaM-AFC-3</b>	<b>CP: 3</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	SWS	CP
Anorganische Chemie II	2 V	3

<b>Analytische Methoden</b>	<b>BaM-AFC-4</b>	<b>CP: 3</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	SWS	CP
Analytische Methoden	2 V	3

<b>Grundlagen der Organischen Chemie</b>	<b>BaM-AFC-5</b>	<b>CP: 7</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	SWS	CP
Organische Chemie I	4 V 1 Ü	7

<b>Thermodynamik</b>	<b>BaM-AFC-6</b>	<b>CP: 6</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	SWS	CP
Physikalische Chemie I	3 V 1 Ü	6

<b>Statistische Thermodynamik und Kinetik</b>	<b>BaM-AFC-7</b>	<b>CP: 5</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	SWS	CP
Physikalische Chemie II	2 V 1 Ü	5

<b>Molekulare Spektroskopie</b>	<b>BaM-AFC-8</b>	<b>CP: 5</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	SWS	CP
Physikalische Chemie III	2 V 1 Ü	5

<b>Physikalisch-Chemische Experimente</b>	<b>BaM-AFC-9</b>	<b>CP: 6</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	SWS	CP
Physikalische Chemie I	8 P	6

<b>Grundlagen der Theoretischen Chemie</b>	<b>BaM-AFC-10</b>	<b>CP: 6</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	SWS	CP
Theoretische Chemie I	3 V 1 Ü	6



## Anwendungsfach Biowissenschaften – FB 15

Für das Anwendungsfach Biowissenschaften sind aus folgender Liste Veranstaltungen im Umfang von mindestens 24 CP zu wählen. Das Modul BaM-AFB-3 (Grundlagen der Bioinformatik) stammt aus dem Bachelorstudiengang Bioinformatik, der vom FB 12 (Lehrinheit Informatik) koordiniert wird.

<b>Struktur und Funktion der Organismen</b>	<b>BaM-AFB-1</b>	<b>CP: 6</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	<i>SWS</i>	<i>CP</i>
Struktur und Funktion der Organismen	4 V	6

<b>Diversität der Organismen und Lebensräume</b>	<b>BaM-AFB-2</b>	<b>CP: 6</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	<i>SWS</i>	<i>CP</i>
Diversität der Organismen und Lebensräume	4 V	6

<b>Grundlagen der Bioinformatik</b>	<b>BaM-AFB-3</b>	<b>CP: 6</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	<i>SWS</i>	<i>CP</i>
Grundlagen der Bioinformatik	2 V 2 Ü	6

<b>Biochemie und Zellbiologie</b>	<b>BaM-AFB-4</b>	<b>CP: 6</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	<i>SWS</i>	<i>CP</i>
Biochemie	2 V	3
Zellbiologie	2 V	3

<b>Molekularbiologie und Genetik</b>	<b>BaM-AFB-5</b>	<b>CP: 6</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	<i>SWS</i>	<i>CP</i>
Molekularbiologie	2 V	3
Genetik	2 V	3

<b>Ökologie und Evolution</b>	<b>BaM-AFB-6</b>	<b>CP: 6</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	<i>SWS</i>	<i>CP</i>
Ökologie	2 V	3
Evolutionsbiologie	2 V	3

<b>Neurobiologie und Tierphysiologie</b>	<b>BaM-AFB-7</b>	<b>CP: 6</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	<i>SWS</i>	<i>CP</i>
Neurobiologie	2 V	3
Tierphysiologie	2 V	3

<b>Pflanzenphysiologie und Mikrobiologie</b>	<b>BaM-AFB-8</b>	<b>CP: 6</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	<i>SWS</i>	<i>CP</i>
Pflanzenphysiologie	2 V	3
Mikrobiologie	2 V	3

## Anhang 5: Modulbeschreibungen/Master/Hauptfach

Auf den folgenden Seiten werden die Wahlpflichtmodule im Hauptfachbereich des Masterstudiums exemplarisch durch sogenannte „Elementarmodule“ beschrieben. Die hier auftretenden Bezeichnungen und Kombinationsmöglichkeiten gelten analog zu den auf Seite 46 für das Bachelorstudium beschriebenen Regeln für den Umgang mit Elementarmodulen. Die Lehrveranstaltungen in den Modulen des Hauptfaches sind zum Teil identisch mit denen in Modulen im Vertiefungsbereich des Bachelorstudiengangs.

Jedes Wahlpflichtmodul ist Teil eines der folgenden Gebiete:

<i>Gebiet</i>	<i>Kürzel</i>	<i>Seite</i>
Algebraische Geometrie	MaM-AG, MaM-LAG	94, 96
Zahlentheorie	MaM-ZT	98
Topologie	MaM-TOP	100
Geometrische Analysis	MaM-GA, MaM-HDG	102, 104
Fortgeschrittene Funktionalanalysis	MaM-FFA	106
Fortgeschrittene Partielle Differentialgleichungen	MaM-FPD	108
Dynamische Systeme	MaM-DynSyst	110
Fortgeschrittene Numerik	MaM-FN	112
Fortgeschrittene Numerische Finanzmathematik	MaM-FNFM	114
Advanced Discrete and Computational Mathematics	MaM-ADCM	116
Diskrete und algebraische Strukturen und Algorithmen	MaM-DASA	118
Probabilistische und Extremale Kombinatorik	MaM-PEK	120
Stochastik	MaM-STO	122
Statistik	MaM-STA	124
Finanzmathematik in stetiger Zeit	MaM-KF	126
Stochastische Analysis mit Finanzmathematik	MaM-StochAna	127
Zeitdiskrete Finanzmathematik	MaM-DisFin	128

Zusätzlich zu den Wahlpflichtmodulen gehören folgende Module zum Hauptfachbereich des Masterstudiums:

- Kolloquiumsmodul (Seite 129)
- Masterarbeit (Seite 129)

In der zu Beginn des Masterstudiums stattfindenden Orientierungsveranstaltung wird das für die darauffolgenden drei Semester geplante Lehrveranstaltungs- und Modulangebot des Master-Hauptfachbereichs vorgestellt. Dieser Katalog wird im Netz auf den Informationsseiten zu Studium und Lehre veröffentlicht. Dasselbe gilt für nachträgliche Modifikationen der Planung wie z.B. nachträglich in das Angebot aufgenommenen Lehrveranstaltungen.

Die Studierenden können sich im Rahmen der Vorgaben zwischen den angebotenen Modulformaten entscheiden. Bei dem Modul, das ein Seminar enthält (Format ...s), ist im Seminar eine Prüfungsleistung als Teil einer kumulativen Modulprüfung zu erbringen.

Den Studierenden wird dringend empfohlen, an der Orientierungsveranstaltung für das Masterstudium teilzunehmen und ihre Planungen frühzeitig mit den Dozentinnen und Dozenten der betreffenden Lehrveranstaltungen abzustimmen. Damit wird ein guter Kompromiss zwischen einer freien Gestaltung des Studiums und der Planbarkeit – auch in Hinblick auf die Reduktion der Prüfungslast – erreicht.

Die Verwendbarkeit der jeweiligen Module in anderen Studiengängen ergibt sich aus den Ordnungen der entsprechenden Fachbereiche, jeweils in der aktuell gültigen Fassung.

Modulbezeichnung: <b>Algebraische Geometrie, MaM-AG-gs</b>		Wahlpflicht		CP: 13			
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :							
<i>Algebraische Geometrie I</i> : Garbentheorie, Schemata und ihre Morphismen, algebraische Kurven.							
Qualifikationsziele und Kompetenzen:							
Die Studierenden beherrschen grundlegende Kenntnisse in einem Vertiefungsgebiet der Algebraischen Geometrie und können diese sicher anwenden. Ihre Kenntnisse erlauben eine weitere Vertiefung in diesem Gebiet.							
Angebotszyklus:		zweijährlich					
Dauer des Moduls:		1 Semester					
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		Empfohlen sind Kenntnisse aus der auf Seite 47 beschriebenen Lehrveranstaltung <i>Algebra</i>					
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch					
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):		—					
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:		90-minütigen Klausur oder 20-30-minütige mündlichen Prüfung zur Lehrveranstaltung <i>Algebraische Geometrie I</i> ; ca. 60-minütiges Referat und ggf. schriftliche Ausarbeitung zum Seminar					
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:		bestandene Modulprüfung					
Lehrveranstaltungen		Typ	SWS	Semester		CP	
				1	2	3	4
Algebraische Geometrie		Vorlesung + Übung	4 + 2	*		*	
UND							
Seminar		Seminar	2		*		*

Eine Spezialisierung in *Algebraischer Geometrie* mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme einer der auf Seite 95 beschriebenen Lehrveranstaltungen. Siehe dazu Seite 93.

Modulbezeichnung: <b>Algebraische Geometrie MaM-AG-k</b>		Wahlpflicht	CP: 5				
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :							
<i>Algebraische Geometrie II</i> : Eigenschaften von Schemata und ihren Morphismen, Kohomologietheorie.							
Qualifikationsziele und Kompetenzen:							
Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse in Algebraischer Geometrie. Sie sind qualifiziert, diese in einem Seminar oder einer Abschlussarbeit anzuwenden.							
Angebotszyklus:	zweijährlich						
Dauer des Moduls:	2 Semester						
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	Kenntnisse aus der auf Seite 47 beschriebenen Lehrveranstaltung <i>Algebra</i> und aus der <i>Algebraischen Geometrie 1</i> sind dringend empfohlen.						
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:	Deutsch oder Englisch						
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):	—						
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:	Modulabschlussprüfung: 60-minütige Klausur oder 20-30-minütige mündliche Prüfung zur Lehrveranstaltung <i>Algebraische Geometrie II</i>						
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	bestandene Modulprüfung						
Lehrveranstaltungen	Typ	SWS	Semester				CP
			1	2	3	4	
Algebraische Geometrie II	Vorlesung + Übung	2 + 1		*		*	5

Modulbez.: <b>Lineare Alg. Gruppen, MaM-LAG-gs</b>   Gebiet: <b>Algebraische Geometrie</b>   Wahlpflicht   CP: 13																																	
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :  <i>Lineare Algebraische Gruppen I</i> : Lineare Algebraische Gruppen, Tori, auflösbare Gruppen, Liealgebren.																																	
Qualifikationsziele und Kompetenzen:  Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse in der Theorie der Linearen Algebraischen Gruppen und können diese sicher anwenden. Ihre Kenntnisse erlauben ihnen den Besuch weiterführender Veranstaltungen.																																	
Angebotszyklus:	zweijährlich																																
Dauer des Moduls:	2 Semester																																
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	Empfohlen sind Kenntnisse aus der auf Seite 47 beschriebenen Lehrveranstaltung <i>Algebra</i>																																
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:	Deutsch oder Englisch																																
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):	—																																
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:	90-minütigen Klausur oder 20-30-minütigen mündlichen Prüfung zur Lehrveranstaltung <i>Lineare Algebraische Gruppen I</i> ; ca. 60-minütiges Referat und ggf. schriftliche Ausarbeitung zum Seminar																																
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	bestandene Modulprüfung																																
Lehrveranstaltungen	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Typ</th> <th rowspan="2">SWS</th> <th colspan="4">Semester</th> <th rowspan="2">CP</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Lineare Algebraische Gruppen I</td> <td>4 + 2</td> <td>*</td> <td></td> <td>*</td> <td></td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>UND</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Seminar</td> <td>2</td> <td></td> <td>*</td> <td></td> <td>*</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	Typ	SWS	Semester				CP	1	2	3	4	Lineare Algebraische Gruppen I	4 + 2	*		*		9	UND							Seminar	2		*		*	4
Typ	SWS			Semester					CP																								
		1	2	3	4																												
Lineare Algebraische Gruppen I	4 + 2	*		*		9																											
UND																																	
Seminar	2		*		*	4																											

Eine Spezialisierung in *Lineare Algebraischen Gruppen* mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme einer der auf Seite 97 beschriebenen Lehrveranstaltungen. Siehe dazu Seite 93.

Modulbez.g: <b>Lineare Alg. Gruppen MaM-LAG-k</b>   Gebiet: <b>Algebraische Geometrie</b>   Wahlpflicht   CP: 5																																				
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :  <i>Lineare Algebraische Gruppen II</i> : Parabolische, Flaggenvarietäten, Strukturtheorie linearer algebraischer Gruppen.  <i>Wurzelsysteme</i> : Spiegelungen und Wurzelsysteme, reduziert und irreduzibel, Kammern und Basen, Dynkindiagramme, Klassifikation.  <i>Gebäude</i> : Coxetergruppen, Tits-Systeme, Sphärische Gebäude.																																				
Qualifikationsziele und Kompetenzen:  Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse in der Theorie linearer algebraischer Gruppen. Sie können diese in einem Seminar oder einer Abschlussarbeit sicher anwenden.																																				
Angebotszyklus:	zweijährlich																																			
Dauer des Moduls:	1 Semester																																			
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	Empfohlen sind Kenntnisse aus der auf Seite 47 beschriebenen Lehrveranstaltung <i>Algebra</i> und aus der auf Seite 96 beschriebenen Lehrveranstaltung <i>Lineare Algebraische Gruppen I</i>																																			
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:	Deutsch oder Englisch																																			
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):	—																																			
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:	Modulabschlussprüfung: 60-minütige Klausur oder 20-30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung																																			
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	bestandene Modulprüfung																																			
Lehrveranstaltungen	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Typ</th> <th rowspan="2">SWS</th> <th colspan="4">Semester</th> <th rowspan="2">CP</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Lineare Algebraische Gruppen II</td> <td>Vorlesung + Übung</td> <td>2 + 1</td> <td></td> <td>*</td> <td></td> <td>*</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>oder Wurzelsysteme</td> <td>Vorlesung + Übung</td> <td>2 + 1</td> <td></td> <td>*</td> <td></td> <td>*</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>oder Gebäude</td> <td>Vorlesung + Übung</td> <td>2 + 1</td> <td></td> <td>*</td> <td></td> <td>*</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	Typ	SWS	Semester				CP	1	2	3	4	Lineare Algebraische Gruppen II	Vorlesung + Übung	2 + 1		*		*	5	oder Wurzelsysteme	Vorlesung + Übung	2 + 1		*		*	5	oder Gebäude	Vorlesung + Übung	2 + 1		*		*	5
Typ	SWS			Semester					CP																											
		1	2	3	4																															
Lineare Algebraische Gruppen II	Vorlesung + Übung	2 + 1		*		*	5																													
oder Wurzelsysteme	Vorlesung + Übung	2 + 1		*		*	5																													
oder Gebäude	Vorlesung + Übung	2 + 1		*		*	5																													

Modulbezeichnung: <b>Zahlentheorie, MaM-ZT-gs</b>		Wahlpflicht		CP: 13			
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :							
<i>Algebraische Zahlentheorie I</i> : Dedekindringerweiterungen, höhere Verzweigungstheorie, Satz von Kronecker-Weber, Galoiskohomologie, lokale Klassenkörpertheorie.							
Qualifikationsziele und Kompetenzen:							
Die Studierenden sind kompetent im Umgang mit tieferliegenden Konzepten der Zahlentheorie (z.B. Verzweigung, Galoiskohomologie). Sie sind qualifiziert, das Erarbeitete in einem Seminar und weiterführenden Vorlesungen auf forschungsorientiertem Niveau anzuwenden.							
Angebotszyklus:		zweijährlich					
Dauer des Moduls:		2 Semester					
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		Empfohlen sind Kenntnisse aus der auf Seite 51 beschriebenen Lehrveranstaltung <i>Grundlagen der algebraischen Zahlentheorie</i>					
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch					
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):		—					
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:		90-minütige Klausur oder 20-30-minütige mündliche Prüfung zur Lehrveranstaltung <i>Algebraische Zahlentheorie</i> ; ca. 60-minütiges Referat und ggf. schriftliche Ausarbeitung zum Seminar					
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:		bestandene Modulprüfung					
Lehrveranstaltungen		Typ	SWS	Semester		CP	
				1	2	3	4
Algebraische Zahlentheorie I		Vorlesung + Übung	4 + 2	*		*	
UND							
Seminar		Seminar	2		*		*
							4

Eine Spezialisierung in *Zahlentheorie* mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme einer der auf Seite 99 beschriebenen Lehrveranstaltungen. Siehe dazu Seite 93.

Modulbezeichnung: <b>Zahlentheorie, MaM-ZT-k</b>		Wahlpflicht		CP: 5			
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :							
<i>Algebraische Zahlentheorie II</i> : globale Klassenkörpertheorie, arithmetische Dualitätstheorie.							
<i>Arithmetik Elliptischer Kurven</i> : Gruppengesetz, Isogenien, Elliptische Kurven über endliche bzw. lokale Körper, Höhen, Mordell-Weil Theorem, Satz von Siegel							
<i>Proendliche Gruppen</i> : Topologische Gruppen, proendliche Limiten, proendliche Gruppen, proendliche Sylowsätze, (stetige) Gruppenkohomologie, pro- $p$ Gruppen, Satz von Golod-Shafarevich, absolute Galoisgruppen, Galoiskohomologie, lokale Klassenkörpertheorie.							
<i>Weiterführende Themen der Zahlentheorie</i> : Verschiedene Themen u.a. Iwasawatheorie, étale Kohomologie, Galoisdarstellungen, Modulkurven und Modulformen, usw.							
Qualifikationsziele und Kompetenzen:							
Die Studierenden sind kompetent im Umgang mit tieferliegenden Konzepten der Zahlentheorie (z.B. Klassenkörper). Sie sind qualifiziert, das Erarbeitete in der Masterarbeit auf forschungsorientiertem Niveau anzuwenden.							
Angebotszyklus:		zweijährlich					
Dauer des Moduls:		1 Semester					
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		Empfohlen sind Kenntnisse aus der auf Seite 47 beschriebenen Lehrveranstaltung <i>Algebra</i> und aus der auf Seite 98 beschriebenen Lehrveranstaltung <i>Algebraische Zahlentheorie I</i>					
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch					
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):		—					
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:		Modulabschlussprüfung: 60-minütige Klausur oder 20-30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung					
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:		bestandene Modulprüfung					
Lehrveranstaltungen		Typ	SWS	Semester		CP	
				1	2	3	4
Algebraische Zahlentheorie II		Vorlesung + Übung	2 + 1		*		*
oder Arithmetik Elliptischer Kurven		Vorlesung + Übung	2 + 1		*		*
oder Proendliche Gruppen		Vorlesung + Übung	2 + 1		*		*
oder W. Themen der Zahlentheorie		Vorlesung + Übung	2 + 1		*		*



Modulbezeichnung: <b>Topologie, MaM-TOP-gs</b>		Wahlpflicht		CP: 13			
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :							
<i>Algebraische Topologie</i> : Fundamentalgruppen, Homotopie, Simpliciale Komplexe, (Ko)Homologie, sowie z.B. Kategorien und Funktoren, deRham-Komologie, Cup-Produkt.							
<i>Riemannsche Flächen</i> : Mannigfaltigkeiten und Überlagerungen, Differentialformen, harmonische Funktionen und Formen, Bilinearrelationen, Uniformisierung, Fuchssche Gruppen							
<i>Komplexe Geometrie</i> : Komplexe Mannigfaltigkeiten, Garben, Komologie, Divisoren, Vektorbündel, Zusammenhänge, Chern-Klassen							
Qualifikationsziele und Kompetenzen:							
Die Studierende sind kompetent im Umgang mit tieferliegenden Konzepten der Topologie (z.B. Garben und Kohomologie). Sie sind qualifiziert, das Erarbeitete in einem Seminar und weiterführenden Vorlesungen auf forschungsorientiertem Niveau anzuwenden.							
Angebotszyklus:		zweijährlich					
Dauer des Moduls:		2 Semester					
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		Empfohlen sind Kenntnisse aus der auf Seite 47 beschriebenen Lehrveranstaltung <i>Algebra</i>					
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch					
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):		—					
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:		90-minütige Klausur oder 20-30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung; ca. 60-minütiges Referat und ggf. schriftliche Ausarbeitung zum Seminar					
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:		bestandene Modulprüfung					
Lehrveranstaltungen		Typ	SWS	Semester		CP	
				1	2	3	4
Algebraische Topologie		Vorlesung + Übung	4 + 2	*		*	
oder Riemannsche Flächen		Vorlesung + Übung	4 + 2	*		*	
oder Komplexe Geometrie		Vorlesung + Übung	4 + 2	*		*	
UND							
Seminar		Seminar	2		*		*

Eine Spezialisierung in *Topologie* mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme einer der auf Seite 101 beschriebenen Lehrveranstaltungen. Siehe dazu Seite 93.

Modulbezeichnung: <b>Topologie, MaM-TOP-k</b>		Wahlpflicht		CP: 5			
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :							
<i>Algebraische Topologie II</i> : z.B. charakteristische Klassen, Morse-Theorie, Spektralsequenzen, Homöomorphismen von Flächen, Knoten.							
<i>Riemannsche Flächen II</i> : z.B. Garben und deren Kohomologie, spezielle Divisoren, Satz von Riemann-Roch, Weierstraßpunkte, Linearsysteme, Automorphismen, elliptische Funktionen, Theta-Funktionen, Flache Flächen, Modulräume							
<i>Komplexe Geometrie II</i> : z.B. Hodge-Theorie, Kähler-Mannigfaltigkeiten, Riemann-Roch, spezielle Mannigfaltigkeiten wie z.B. Grassmannsche oder komplexe Tori, Modulräume							
Qualifikationsziele und Kompetenzen:							
Die Studierende sind kompetent im Umgang mit tieferliegenden Konzepten der Topologie (z.B. Schnitttheorie oder Modulräume). Sie sind qualifiziert, das Erarbeitete in der Masterarbeit auf forschungsorientiertem Niveau anzuwenden.							
Angebotszyklus:		zweijährlich					
Dauer des Moduls:		1 Semester					
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		Empfohlen sind Kenntnisse aus der auf Seite 47 beschriebenen Lehrveranstaltung <i>Algebra</i> und aus des auf Seite 100 beschriebenen Moduls der <i>Topologie</i>					
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch					
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):		—					
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:		Modulabschlussprüfung: 60-minütige Klausur oder 20-30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung					
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:		bestandene Modulprüfung					
Lehrveranstaltungen		Typ	SWS	Semester		CP	
				1	2	3	4
Algebraische Topologie II		Vorlesung + Übung	2 + 1		*		*
oder Riemannsche Flächen II		Vorlesung + Übung	2 + 1		*		*
oder Komplexe Geometrie II		Vorlesung + Übung	2 + 1		*		*

Modulbezeichnung: <b>Geometrische Analysis, MaM-GA-gs</b>		Wahlpflicht		CP: 13				
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :								
<i>Klassische Differentialgeometrie</i> : Grundlegende Themen der Differentialgeometrie wie Kurven und Flächen, Mannigfaltigkeiten, Riemannsche Metriken, Gaußkrümmung, Satz von Gauß-Bonnet								
<i>Analysis auf Mannigfaltigkeiten</i> : Differenzierbare Mannigfaltigkeiten, Satz von Stokes, de Rham-Kohomologie, Laplaceoperator, Hodgetheorie, Wärmeleitungsgleichung, Konstruktion des Wärmeleitungskerns								
<i>Riemannsche Geometrie</i> : Riemannsche Mannigfaltigkeiten, Geodätische, Krümmung, Vergleichssätze, Riemannsche Submersionen.								
<i>Geometrische Evolutionsgleichungen</i> : Krümmungsflüsse für Kurven, Ricci-Fluss, mittlerer Krümmungsfluss, harmonischer Wärmefluss, Singularitäten-Modelle, Konvergenz und Kompaktheitsatz, Maximumsprinzip.								
<i>Geometrische Variationsrechnung</i> : Mannigfaltigkeiten, Wärmeleitungsgleichung, Minimalflächen, isoperimetrisches Problem, Ströme, curve shortening flow, Fluss entlang mittlerer Krümmung.								
Qualifikationsziele und Kompetenzen:								
Die Studierenden lernen fortgeschrittener Arbeitstechniken und werden an aktuelle, forschungsorientierte Themen der Geometrischen Analysis herangeführt.								
Angebotszyklus:		jährlich						
Dauer des Moduls:		2 Semester						
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		BaM-AN2, BaM-HA						
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch						
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):		—						
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:		90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung; ca. 60-minütiges Referat und ggf. schriftliche Ausarbeitung zum Seminar						
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:		bestandene Modulprüfung						
Lehrveranstaltungen		Typ	SWS	Semester		CP		
				1	2		3	4
Klassische Differentialgeometrie		Vorlesung + Übung	4+2	*	*	*	*	9
oder Analysis auf Mannigfaltigkeiten		Vorlesung + Übung	4+2	*	*	*	*	
oder Riemannsche Geometrie		Vorlesung + Übung	4+2	*	*	*	*	9
oder Geometrische Evolutionsgleichungen		Vorlesung + Übung	4+2	*	*	*	*	
oder Geometrische Variationsrechnung		Vorlesung + Übung	4+2	*	*	*	*	9
UND								
Seminar Geometrische Analysis		Seminar	2	*	*	*	*	4

Eine Spezialisierung auf dem Gebiet *Geometrische Analysis* mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme einer der auf Seite 103 beschriebenen Lehrveranstaltungen. Siehe dazu Seite 93.

Modulbezeichnung: <b>Geometrische Analysis, MaM-GA-k</b>		Wahlpflicht		CP: 5				
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :								
<i>Minimalflächen</i> : Erste und zweite Variation, Satz von Bernstein, Krümmungsabschätzungen, Plateau Problem.								
<i>Geometrische Maßtheorie</i> : Differentialformen, Ströme, Schnitte von normalen Strömen, rektifizierbare Ströme, Deformationssatz, Federer-Fleming-Kompaktheitssatz, Varifaltigkeiten.								
<i>Allgemeine Relativitätstheorie</i> : Semi-Riemannsche Geometrie, Lorentz-Transformationen, Bewegung im Gravitationsfeld, Einsteinsche Feldgleichungen, Schwarzschild-Metrik, Schwarze Löcher, Penrose Ungleichung.								
<i>Nichtlineare Probleme der Geometrie</i> : Yamabe Problem, optimaler Transport, harmonische Abbildungen, Relativitätstheorie, Flächen konstanter mittlerer Krümmung, Geometrische Masstheorie, Einstein-Mannigfaltigkeiten.								
<i>Nicht-glatte Differentialgeometrie</i> : Metrische Maß-Räume, synthetische Definition von Ricci-Schranken, Räume vom Typ $CD(K, N)$ , Differentialgeometrie auf RCD-Räumen.								
Qualifikationsziele und Kompetenzen:								
Die Studierenden haben die Kenntnisse in Geometrischer Analysis vertieft.								
Angebotszyklus:		jährlich/zweijährlich						
Dauer des Moduls:		1 Semester						
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		BaM-AN2, BaM-HA						
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch						
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):		—						
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:		Modulabschlussprüfung: 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung						
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:		bestandene Modulprüfung						
Lehrveranstaltungen		Typ	SWS	Semester		CP		
				1	2		3	4
Minimalflächen		Vorlesung + Übung	2+1	*	*	*	*	5
oder Geometrische Maßtheorie		Vorlesung + Übung	2+1	*	*	*	*	5
oder Allgemeine Relativitätstheorie		Vorlesung + Übung	2+1	*	*	*	*	5
oder Nichtlineare Probleme der Geometrie		Vorlesung + Übung	2+1	*	*	*	*	5
oder Nicht-glatte Differentialgeometrie		Vorlesung + Übung	2+1	*	*	*	*	5

Modulbezeichnung: <b>Höhere Differentialgeometrie, MaM-HDG-gs</b>		Gebiet: <b>Geom. Analysis</b>		Wahlpflicht	CP: 13		
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :							
<i>Klassische Differentialgeometrie</i> : Krümmung und Torsion von Kurven, Gaußsche und mittlere Krümmung von Flächen, Sätze von Fenchel und Fáy-Milnor, Satz von Gauß-Bonnet, kovariante Ableitung, Geodätische und Jacobi-Felder, Ausblicke auf weiterführende Themen.							
<i>Analysis auf Mannigfaltigkeiten</i> : Differenzierbare Mannigfaltigkeiten, Satz von Stokes, de Rham-Kohomologie, Laplaceoperator, Hodgetheorie, Wärmeleitungsgleichung, Konstruktion des Wärmeleitungskerns							
<i>Riemannsche Geometrie</i> : Riemannsche Mannigfaltigkeiten, Geodätische, Krümmung, Vergleichssätze, Riemannsche Submersionen.							
<i>Darstellungen kompakter Liegruppen</i> : Liegruppen, Liealgebren, Darstellungen von Liegruppen und Liealgebren, maximale Tori, Satz von Peter-Weyl, Weylgruppe, Weyls Charakterformel.							
<i>Konvex- und Integralgeometrie</i> : Konvexe Mengen, Bewertungen, Hadwigers Theorem, Integralgeometrie des Euklidischen Raumes, translationsinvariante Bewertungen, Satz von McMullen.							
Qualifikationsziele und Kompetenzen:							
Die Studierenden lernen fortgeschrittener Arbeitstechniken und werden an aktuelle, forschungsorientierte Themen der Differentialgeometrie herangeführt.							
Angebotszyklus:	jährlich						
Dauer des Moduls:	2 Semester						
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	BaM-AN2, BaM-HA						
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:	Deutsch oder Englisch						
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):	—						
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:	90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung; ca. 60-minütiges Referat und ggf. schriftliche Ausarbeitung zum Seminar						
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	bestandene Modulprüfung						
Lehrveranstaltungen	Typ	SWS	Semester				CP
			1	2	3	4	
Klassische Differentialgeometrie	Vorlesung + Übung	4+2	*	*	*	*	9
oder Analysis auf Mannigfaltigkeiten	Vorlesung + Übung	4+2	*	*	*	*	9
oder Riemannsche Geometrie	Vorlesung + Übung	4+2	*	*	*	*	9
oder Darstellungen kompakter Liegruppen	Vorlesung + Übung	4+2	*	*	*	*	9
oder Konvex- und Integralgeometrie	Vorlesung + Übung	4+2	*	*	*	*	9
UND							
Seminar Differentialgeometrie	Seminar	2	*	*	*	*	4

Eine Spezialisierung in *Höherer Differentialgeometrie* mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme einer der auf Seite 105 beschriebenen Lehrveranstaltungen. Siehe dazu Seite 93.

Modulbezeichnung: <b>Höhere Differentialgeometrie, MaM-HDG-k</b>   Gebiet: <b>Geom. Analysis</b>   Wahlpflicht   CP: 5																																																				
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :																																																				
<i>Liegruppen</i> : Liegruppen und Liealgebren, Exponentialabbildung, Klassische Matrixgruppen, Cliffordalgebren und Spingruppen, Kompakte Liegruppen.																																																				
<i>Symplektische Geometrie</i> : Symplektische Mannigfaltigkeiten, Kählermannigfaltigkeiten, Hamiltonsche Systeme, Kontaktmannigfaltigkeiten, Momentenabbildung.																																																				
<i>Geometrische Ungleichungen</i> : Brunn-Minkowski-Ungleichung, Steinersymmetrisierung, Isoperimetrische Ungleichung, Alexandrov-Fenchel-Ungleichung, Blaschke-Santaló-Ungleichung, Mahlervermutung.																																																				
<i>Fourieranalysis und konvexe Mengen</i> : Konvexe Mengen, Polytope, Distributionen, Fouriertransformation, Busemann-Petty-Problem.																																																				
<i>Charakteristische Klassen</i> : Vektorbündel, Grassmannsche Mannigfaltigkeiten, Stiefel-Whitney Klassen, Euler Klasse, Thom Isomorphismus, Chern Klassen, Pontrjagin Klassen.																																																				
Qualifikationsziele und Kompetenzen:																																																				
Die Studierenden haben die Kenntnisse in Geometrischer Analysis vertieft.																																																				
Angebotszyklus:	jährlich/zweijährlich																																																			
Dauer des Moduls:	1 Semester																																																			
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	BaM-AN2, BaM-HA																																																			
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:	Deutsch oder Englisch																																																			
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):	—																																																			
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:	Modulabschlussprüfung: 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung																																																			
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	bestandene Modulprüfung																																																			
Lehrveranstaltungen	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Typ</th> <th rowspan="2">SWS</th> <th colspan="4">Semester</th> <th rowspan="2">CP</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Liegruppen</td> <td>Vorlesung + Übung</td> <td>2+1</td> <td>*</td> <td>*</td> <td>*</td> <td>*</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>oder Symplektische Geometrie</td> <td>Vorlesung + Übung</td> <td>2+1</td> <td>*</td> <td>*</td> <td>*</td> <td>*</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>oder Geometrische Ungleichungen</td> <td>Vorlesung + Übung</td> <td>2+1</td> <td>*</td> <td>*</td> <td>*</td> <td>*</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>oder Fourieranalysis und konvexe Mengen</td> <td>Vorlesung + Übung</td> <td>2+1</td> <td>*</td> <td>*</td> <td>*</td> <td>*</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>oder Charakteristische Klassen</td> <td>Vorlesung + Übung</td> <td>2+1</td> <td>*</td> <td>*</td> <td>*</td> <td>*</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	Typ	SWS	Semester				CP	1	2	3	4	Liegruppen	Vorlesung + Übung	2+1	*	*	*	*	5	oder Symplektische Geometrie	Vorlesung + Übung	2+1	*	*	*	*	5	oder Geometrische Ungleichungen	Vorlesung + Übung	2+1	*	*	*	*	5	oder Fourieranalysis und konvexe Mengen	Vorlesung + Übung	2+1	*	*	*	*	5	oder Charakteristische Klassen	Vorlesung + Übung	2+1	*	*	*	*	5
Typ	SWS			Semester					CP																																											
		1	2	3	4																																															
Liegruppen	Vorlesung + Übung	2+1	*	*	*	*	5																																													
oder Symplektische Geometrie	Vorlesung + Übung	2+1	*	*	*	*	5																																													
oder Geometrische Ungleichungen	Vorlesung + Übung	2+1	*	*	*	*	5																																													
oder Fourieranalysis und konvexe Mengen	Vorlesung + Übung	2+1	*	*	*	*	5																																													
oder Charakteristische Klassen	Vorlesung + Übung	2+1	*	*	*	*	5																																													

Modulbezeichnung: Fortgeschrittene Funktionalanalysis, MaM-FFA-gs		Wahlpflicht		CP: 13				
Inhalte der Lehrveranstaltungen:								
<p><i>Lineare Funktionalanalysis:</i> Normierte Räume, Separabilität und Vollständigkeit, Satz von Baire, stetige lineare Operatoren, Hilberträume, Orthonormalsysteme, Adjungierte Operatoren, Satz von Hahn-Banach, Dualität und schwache Konvergenz;  dazu eine Auswahl folgender Themengebiete: Invertibilität und Spektrum, Spektraltheorie kompakter Operatoren, Radonmaße und der Darstellungssatz von Riesz, Satz von Stone-Weierstraß, Fouriertransformation, Schwartzraum und temperierte Distributionen, Sobolevräume</p>								
Qualifikationsziele und Kompetenzen:								
Die Studierenden sind in der Lage, geeignete operatortheoretische Formulierungen für fortgeschrittene Problemstellungen aus der Analysis zu finden und abstrakte Begriffe und Resultate der fortgeschrittenen linearen Funktionalanalysis auf analytische Probleme anzuwenden.								
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):		jährlich/zweijährlich						
Dauer des Moduls:		2 Semester						
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		Module BaM-AN, BaM-LA						
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch						
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):		—						
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:		90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung; 60-minütiges Referat und schriftliche Ausarbeitung zum Seminar						
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:		bestandene Modulprüfung						
Lehrveranstaltungen		Typ	SWS	Semester				CP
				1	2	3	4	
Lineare Funktionalanalysis		Vorlesung + Übung	4+2		*	*		9
UND								
Seminar zur fortgeschrittenen Funktionalanalysis		Seminar	2			*	*	4

Eine Spezialisierung in Fortgeschrittener Funktionalanalysis mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme einer der auf Seite 107 beschriebenen Lehrveranstaltungen, siehe dazu Seite 93.

Modulbezeichnung: <b>Fortgeschrittene Funktionalanalysis, MaM-FFA-k</b>		Wahlpflicht		CP: 5			
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :							
<p><i>Ergänzungen zur linearen Funktionalanalysis</i>: Auswahl folgender Themengebiete in Ergänzung zur Vorlesung 'Lineare Funktionalanalysis': Invertibilität und Spektrum, Spektraltheorie kompakter Operatoren, Radonmaße und der Darstellungssatz von Riesz, Satz von Stone-Weierstraß, Fouriertransformation, Schwartzraum und temperierte Distributionen, Sobolevräume</p> <p><i>Abbildungsgrad und Fixpunktsätze für nichtlineare Operatoren</i>: Abbildungsgrad von Brouwer, Leray-Schauder-Abbildungsgrad, Fixpunktsätze, Anwendungen auf Randwertprobleme für Differentialgleichungen.</p> <p><i>Theorie kritischer Punkte für Variationsprobleme</i>: Differenzierbarkeitseigenschaften nichtlinearer Operatoren, Gradientenfluss und Deformation von Subniveaumengen, Existenzsätze für kritische Punkte und Anwendungen.</p> <p><i>Lineare und nichtlineare einparametrische Halbgruppen</i>: Banachraumwertige Integrale, dissipative Operatoren, stark stetige Halbgruppen, lineare und nichtlineare Evolutionsgleichungen.</p>							
Qualifikationsziele und Kompetenzen:							
Die Studierenden sind in der Lage, Methoden der fortgeschrittenen linearen und nichtlinearen Funktionalanalysis vergleichend zu bewerten und exemplarisch anzuwenden. Ferner haben Sie gelernt, Besonderheiten fortgeschrittener linearer und nichtlinearer Probleme sowohl im operatortheoretischen Rahmen als auch im Rahmen von Anwendungen (z.B. auf Differentialgleichungen) zu erkennen.							
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):	jährlich/zweijährlich						
Dauer des Moduls:	1 Semester						
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	Module BaM-AN, BaM-LA, Kenntnisse aus der Vorlesung <i>Lineare Funktionalanalysis</i> sind dringend empfohlen						
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:	Deutsch oder Englisch						
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):	—						
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:	Modulabschlussprüfung: 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung						
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	bestandene Modulprüfung						
Lehrveranstaltungen	Typ	SWS	Semester				CP
			1	2	3	4	
Ergänzungen zur linearen Funktionalanalysis	Vorlesung + Übung	2+1			*	*	5
oder Abbildungsgrad und Fixpunktsätze für nichtlineare Operatoren	Vorlesung + Übung	2+1			*	*	5
oder Theorie kritischer Punkte für Variationsprobleme	Vorlesung + Übung	2+1			*	*	5
oder Lineare und nichtlineare einparametrische Halbgruppen	Vorlesung + Übung	2+1			*	*	5



Modulbezeichnung: Fortgeschrittene Partielle Differentialgleichungen, MaM-FPD-gs		Wahlpflicht		CP: 13				
Inhalte der Lehrveranstaltungen:								
<p><i>Lineare Partielle Differentialgleichungen:</i> Darstellungsformeln für Lösungen grundlegender partieller Differentialgleichungen, Greenfunktionen, Sobolevräume, elliptische und parabolische Gleichungen zweiter Ordnung, Existenz und Regularität schwacher Lösungen, Maximumsprinzipien</p>								
Qualifikationsziele und Kompetenzen:								
<p>Die Studierenden können verschiedene Typen partieller Differentialgleichungen unterscheiden und methodisch einordnen. Sie haben ein vertieftes Verständnis der Bedeutung verschiedener Lösungsbegriffe in Theorie und Anwendung erworben und können sowohl grundlegende als auch fortgeschrittene analytische Methoden auf lineare partielle Differentialgleichungen anwenden.</p>								
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):		jährlich/zweijährlich						
Dauer des Moduls:		2 Semester						
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		Module BaM-AN, BaM-LA						
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch						
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):		—						
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:		90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur Lehrveranstaltung Lineare partielle Differentialgleichungen; 60-minütiges Referat und schriftliche Ausarbeitung zum Seminar						
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:		bestandene Modulprüfung						
Lehrveranstaltungen		Typ	SWS	Semester		CP		
				1	2	3	4	
Lineare partielle Differentialgleichungen		Vorlesung + Übung	4+2		*	*		9
UND								
Seminar zu partiellen Differentialgleichungen		Seminar	2			*	*	4

Eine Spezialisierung in *Partielle Differentialgleichungen* mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme einer der auf Seite 109 beschriebenen Lehrveranstaltungen, siehe dazu Seite 93.

Modulbezeichnung: <b>Fortgeschrittene Partielle Differentialgleichungen, MaM-FPD-k</b>		Wahlpflicht		CP: 5				
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :								
<p><i>Nichtlineare partielle Differentialgleichungen erster Ordnung</i>: Vollständige Integrale, Charakteristiken, Hamilton-Jacobi-Gleichungen, hyperbolische Erhaltungsgleichungen.</p> <p><i>Nichtlineare Partielle Differentialgleichungen zweiter Ordnung</i>: nichtlineare Randwertprobleme, variationelle und topologische Methoden, Regularität schwacher Lösungen.</p>								
Qualifikationsziele und Kompetenzen:								
Die Studierenden können exemplarische Lösungsmethoden auf fortgeschrittene Problemstellungen im Zusammenhang mit nichtlinearen partiellen Differentialgleichungen anwenden. Ferner haben Sie fortgeschrittene Kenntnisse über nichtlineare Phänomene und deren analytische Herleitung im Rahmen partieller Differentialgleichungen erworben.								
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):		jährlich/zweijährlich						
Dauer des Moduls:		1 Semester						
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		Module BaM-AN, BaM-LA, Kenntnisse aus der Vorlesung <i>Lineare Partielle DGLen'</i> sind dringend empfohlen						
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch						
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):		—						
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:		Modulabschlussprüfung: 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung						
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:		bestandene Modulprüfung						
Lehrveranstaltungen		Typ	SWS	Semester		CP		
				1	2	3	4	
Nichtlineare partielle Differentialgleichungen zweiter Ordnung		Vorlesung + Übung	2+1			*	*	5
oder Nichtlineare partielle Differentialgleichungen erster Ordnung		Vorlesung + Übung	2+1			*	*	5

Modulbezeichnung: <b>Dynamische Systeme, MaM-DynSyst-gs</b>		Wahlpflicht		CP: 13			
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :							
<i>Dynamische Systeme</i> : Invariante Mengen, Konjugation, wandernde und nicht-wandernde Punkte, $\omega$ -Grenzmengen, Attraktoren, absorbierende und attrahierende Mengen, Stabilität, Lyapunov-Funktionen, Morse-Zerlegung, invariante Maße, Linearisierung, Multiplikativer Ergodensatz, Lyapunov-Exponenten							
Qualifikationsziele und Kompetenzen: Die Studierenden erlernen fortgeschrittene Arbeitstechniken und werden an aktuelle, forschungsorientierte Themen der Theorie der Dynamischen Systeme herangeführt.							
Angebotszyklus:		jährlich bis zweijährlich					
Dauer des Moduls:		zwei Semester					
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		BaM-AN1, BaM-AN2, BaM-HA, BaM-LA1, BaM-LA2					
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch					
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):		—					
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:		90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung; ca. 60-minütiges Referat und ggf. schriftliche Ausarbeitung zum Seminar					
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:		bestandene Modulprüfung					
Lehrveranstaltungen		Typ	SWS	Semester		CP	
				1	2	3	4
Dynamische Systeme		Vorlesung + Übung	4+2	*	*	*	*
UND							
Seminar zu Dynamischen Systemen		Seminar	2	*	*	*	*

Eine Spezialisierung auf dem Gebiet *Dynamische Systeme* mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme einer der auf Seite 111 beschriebenen Lehrveranstaltungen. Siehe dazu Seite 93 (5 CP) oder zusammen mit dem hier beschriebenen Modul als kombiniertes Modul MaM-GA-gks (18 CP) gewählt werden.

Modulbezeichnung: <b>Dynamische Systeme, MaM-DynSyst-k</b>		Wahlpflicht		CP: 5				
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :								
<i>Zufällige dynamische Systeme</i> : Erzeugung, Kozykel, Schiefprodukt-Fluss über messbarem System, zufällige Mengen, zufällige Attraktoren, invariante Maße, Zusammenhang Schiefprodukt und Markov-Halbgruppe								
<i>Nichtautonome dynamische Systeme</i> : Schiefprodukt-Fluss, Pullback- und Vorwärtskonvergenz, Attraktoren								
<i>Bifurkationstheorie</i> : Konzepte, lokale Bifurkationen: Sattel-Knoten, transkritische, Pitchfork, Hopf, Periodenverdoppelung; globale Bifurkationen, homokline und heterokline Orbits.								
<i>Ergodentheorie</i> : Ergodensätze, maßtheoretische und topologische Entropie, Konjugiertheit, Invarianten								
<i>Lyapunov-Exponenten und Entropie</i> : invariante Maße für Diffeomorphismen, Lyapunov-Exponenten, Entropie, SRB-Maße								
<i>Lineare und nichtlineare einparametrische Halbgruppen</i> : siehe MaM-FFA-k								
Qualifikationsziele und Kompetenzen: Die Studierenden vertiefen die Kenntnisse in Dynamischen Systemen und sind in der Lage, verschiedene Klassen dynamischer Systeme zu identifizieren und zu analysieren.								
Angebotszyklus:		jährlich bis zweijährlich						
Dauer des Moduls:		1 Semester						
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		BaM-AN1, BaM-AN2, BaM-HA, BaM-LA1, BaM-LA2						
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch						
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):		—						
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:		Modulabschlussprüfung: 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung						
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:		bestandene Modulprüfung						
Lehrveranstaltungen		Typ	SWS	Semester		CP		
				1	2		3	4
Zufällige dynamische Systeme		Vorlesung + Übung	2+1	*	*	*	*	5
oder Nicht-autonome dynamische Systeme		Vorlesung + Übung	2+1	*	*	*	*	5
oder Bifurkationstheorie		Vorlesung + Übung	2+1	*	*	*	*	5
oder Ergodentheorie		Vorlesung + Übung	2+1	*	*	*	*	5
oder Lyapunov-Exponenten und Entropie		Vorlesung + Übung	2+1	*	*	*	*	5
oder Lineare und nichtlineare einparametrische Halbgruppen		Vorlesung + Übung	2+1	*	*	*	*	5

Modulbezeichnung: Fortgeschrittene Numerik, MaM-FN-gs		Wahlpflicht		CP: 13			
Inhalte der Lehrveranstaltungen:							
<p><i>Numerik von Differentialgleichungen:</i> Numerische Lösungsverfahren für gewöhnliche Differentialgleichungen (z.B. Ein- und Mehrschrittverfahren, Runge-Kutta-Methoden, Steifigkeit und Stabilität, linear implizite Methoden, Randwertprobleme). Ausblick auf numerische Lösungsverfahren für partielle Differentialgleichungen.</p> <p><i>Optimierung und inverse Probleme:</i> Numerische Lösungsverfahren zur Behandlung unrestringierter Optimierungs- und Identifikationsprobleme (z.B. Optimalitätsbedingungen, Abstiegsverfahren, Newton- und Quasi-Newton-Verfahren, globalisierte Verfahren, Ausgleichsprobleme). Ausblick auf die restringierte Optimierung (z.B. Lineare Optimierung, Optimalitätsbedingungen, numerische Verfahren für nichtlineare restringierte Probleme) oder globale Optimierungsprobleme.</p> <p><i>Numerische Dynamik:</i> Durch gewöhnliche Differentialgleichungen erzeugte dynamische Systeme, Theorie zeitkontinuierlicher Systeme und deren Verhalten, durch numerische Verfahren erzeugte zeitdiskrete Systeme, Wirkung von Zeitdiskretisierung durch Einschrittverfahren auf Attraktoren, Sattelpunkte und Hamiltonsche Systeme.</p> <p><i>Seminar zur fortgeschrittenen Numerik:</i> verschiedene fortgeschrittene Themen aus der Numerik</p>							
Qualifikationsziele und Kompetenzen:							
Die Studierenden lernen numerische Konzepte kennen. Sie lernen, numerische Algorithmen zu entwickeln, mathematisch zu analysieren, computergestützt zu implementieren und auf konkrete Probleme anzuwenden.							
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):	jährlich						
Dauer des Moduls:	2 Semester						
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	BaM-NM						
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:	Deutsch oder Englisch						
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):	—						
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:	90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung; 60-minütiges Referat und schriftliche Ausarbeitung zum Seminar						
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	bestandene Modulprüfung						
Lehrveranstaltungen	Typ	SWS	Semester				CP
			1	2	3	4	
Numerik von Differentialgleichungen	Vorlesung + Übung	4+2	*	*	*	*	9
oder Optimierung und inverse Probleme	Vorlesung + Übung	4+2	*	*	*	*	9
oder Numerische Dynamik	Vorlesung + Übung	4+2	*	*	*	*	9
UND							
Seminar Fortgeschrittene Numerik	Seminar	2	*	*	*	*	4

Eine Spezialisierung in Fortgeschrittener Numerik mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme einer der auf Seite 113 angegebenen Lehrveranstaltungen, siehe dazu Seite 93.

Modulbezeichnung: <b>Fortgeschrittene Numerik, MaM-FN-k</b>	Wahlpflicht	CP: 5					
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :							
<i>Numerik partieller Differentialgleichungen</i> : Numerische Lösung partieller Differentialgleichungen (z.B. Finite-Differenzen-, Finite-Elemente- und Finite-Volumen-Verfahren, Linienmethoden).							
<i>Fortgeschrittene Optimierung und inverse Probleme</i> : Fortgeschrittene Themen der Optimierung und der inversen Probleme (z.B. restringierte Optimierung, Regularisierung schlecht-gestellter inverser Probleme oder inverse Probleme partieller Differentialgleichungen)							
<i>Stochastische Numerik</i> : Herleitung konsistenter Methoden höherer Ordnung für stochastische Differentialgleichungen mit Hilfe der stochastischen Taylor-Entwicklung sowie deren Implementierung.							
<i>Quadraturverfahren</i> : Eindimensionale Quadraturverfahren: Konstruktion, interpolatorische Verfahren, zusammengesetzte Verfahren; Mehrdimensionale Quadraturverfahren: Konstruktion, interpolatorische Verfahren, Monte-Carlo- und Quasi-Monte-Carlo-Verfahren, Dünngitterverfahren; Quadratur-Algorithmen: Fehlerschätzung, adaptive Verfeinerung;							
<i>Monte Carlo-Methoden</i> : Erzeugung von Zufallszahlen im Computer, Kongruenzgeneratoren, Quasi-Zufallszahlen, allgemeine Verteilungen, Inversionsmethode, Box-Muller-Methode, Acceptance-Rejection-Methode, Erzeugung von Zufallspfaden, Markovketten, Numerische Integration, Varianzreduktion.							
Qualifikationsziele und Kompetenzen:							
Die Studierenden lernen numerische Konzepte kennen. Sie lernen, numerische Algorithmen zu entwickeln, mathematisch zu analysieren, computergestützt zu implementieren und auf konkrete Probleme anzuwenden.							
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):	jährlich						
Dauer des Moduls:	1 Semester						
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	BaM-NM						
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:	Deutsch oder Englisch						
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):	—						
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:	Modulabschlussprüfung: 60-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung						
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	bestandene Modulprüfung						
Lehrveranstaltungen	Typ	SWS	Semester				CP
			1	2	3	4	
Numerik partieller Differentialgl.	Vorlesung + Übung	2+1	*	*	*	*	5
oder Fortgeschrittene Optimierung und inverse Probleme	Vorlesung + Übung	2+1	*	*	*	*	5
oder Stochastische Numerik	Vorlesung + Übung	2+1	*	*	*	*	5
oder Quadraturverfahren	Vorlesung + Übung	2+1	*	*	*	*	5
oder Monte-Carlo-Verfahren	Vorlesung + Übung	2+1	*	*	*	*	5

Modulbezeichnung: <b>Fortg. Numer. Finanzmath., MaM-FNFM-gs</b>		Wahlpflicht		CP: 13			
<p>Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i>:</p> <p><i>Computational Finance</i>: Finanzderivate, Marktmodelle, grundlegende Bewertungsverfahren, geschlossene Bewertungsformeln, Baumverfahren, Simulationsverfahren, PDE-basierte Verfahren.</p> <p><i>Seminar zu Fortgeschrittene Numerische Finanzmathematik</i>: verschiedene Themen aus der fortgeschrittenen Numerischen Finanzmathematik</p>							
<p>Qualifikationsziele und Kompetenzen:</p> <p>Die Studierenden vertiefen ihr Wissen in der Thematik von numerischen Verfahren zur Lösung finanzmathematischer Probleme. Sie sind nicht nur in der Lage diese im Hinblick auf Aufwand, Genauigkeit und Konvergenz zu analysieren, sondern auch fähig die Verfahren zu verbessern. Im Vordergrund steht weiter die Anwendung und Erweiterung der Verfahren mittels effizienter Implementierung der gelernten Algorithmen in einer höheren Programmiersprache.</p>							
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):		zweijährlich					
Dauer des Moduls:		2 Semester					
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		BaM-NM					
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch					
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):		—					
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:		90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur Lehrveranstaltung <i>Computational Finance</i> ; 45-minütiges Referat und schriftliche Ausarbeitung zum Seminar					
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:		bestandene Modulprüfung					
Lehrveranstaltungen		Typ	SWS	Semester		CP	
				1	2	3	4
Computational Finance		Vorlesung + Übung	4+2		*		
UND							
Seminar Fortg. Num. Finanzmath.		Seminar	2			*	

Eine Spezialisierung in Fortgeschrittener Numerischer Finanzmathematik mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme einer der auf Seite 115 angegebenen Lehrveranstaltungen, siehe dazu Seite 93.

Modulbezeichnung: <b>Fortg. Numer. Finanzmath., MaM-FNFM-k</b>	Wahlpflicht	CP: 5					
<p>Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i>:</p> <p><i>Inverse Probleme in der Finanzmathematik</i>: Parameterschätzung bei stochastischen Modellen, Maximum-Likelihood-Verfahren, Parameter-Kalibrierung, Optimierung.</p> <p><i>Stochastische Numerik</i>: Herleitung konsistenter Methoden höherer Ordnung für stochastische Differentialgleichungen mit Hilfe der stochastischen Taylor-Entwicklung sowie deren Implementierung.</p> <p><i>Monte Carlo-Methoden</i>: Erzeugung von Zufallszahlen im Computer, Kongruenzgeneratoren, Quasi-Zufallszahlen, allgemeine Verteilungen, Inversionsmethode, Box-Muller-Methode, Acceptance-Rejection-Methode, Erzeugung von Zufallspfaden, Markovketten, Numerische Integration, Varianzreduktion.</p>							
<p>Qualifikationsziele und Kompetenzen:</p> <p>Die Studierenden erhalten forschungsorientiertes Wissen in der Thematik von numerischen Verfahren zur Lösung finanzmathematischer Probleme. Sie sind nicht nur in der Lage diese im Hinblick auf Aufwand, Genauigkeit und Konvergenz zu analysieren, sondern auch fähig komplexe Verfahren eigenständig zu verbessern. Im Vordergrund steht weiter die Anwendung und Erweiterung komplizierter Verfahren aus der aktuellen Forschung mittels effizienter Implementierung der gelernten Algorithmen in einer höheren Programmiersprache.</p>							
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):	zweijährlich						
Dauer des Moduls:	1 Semester						
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	BaM-NM						
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:	Deutsch oder Englisch						
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):	—						
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:	Modulabschlussprüfung: 60-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung						
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:	bestandene Modulprüfung						
Lehrveranstaltungen	Typ	SWS	Semester				CP
			1	2	3	4	
Inverse Probleme der Finanzmath.	Vorlesung + Übung	2+1		*			5
oder Stochastische Numerik	Vorlesung + Übung	2+1			*		5
oder Monte-Carlo-Verfahren	Vorlesung + Übung	2+1			*		5



Modulbezeichnung: <b>Advanced Discrete a. Computational Math., MaM-ADCM-gs</b>		Wahlpflicht		CP: 13				
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :								
<i>Symbolisches Rechnen und Gröbnerbasen</i> : Polynomiale Gleichungssysteme, kombinatorische kommutative Algebra, Gröbnerbasen und Polytope, algorithmische Idealtheorie, endliche Varietäten, reelle Nullstellen, symbolische Methoden zur ganzzahligen Optimierung								
<i>Diskrete und konvexe Geometrie</i> : Konvexität, Modelle der diskreten und konvexen Geometrie (Polytope, Polyeder, Punktkonfigurationen, Gitter, Gitterpunkte in Polytopen), algorithmische Fragestellungen								
<i>(Lineare und kombinatorische) Optimierung</i> : Geometrische Grundlagen der Optimierung, lineare Optimierung, Dualitätstheorie, Optimierungsalgorithmen, kombinatorische Aufgabenstellungen, ganzzahlige Probleme, Graphenprobleme, Optimierungsmodelle der Spieltheorie								
<i>Semidefinite Optimierung und positive Polynome</i> : Konische Optimierungsprobleme, semidefinite Optimierungsprobleme, SDP-basierte Approximationsalgorithmen, Innere-Punkte-Verfahren, SDP und Summen von Quadraten, polynomiale Optimierungsprobleme, SDP und reelle algebraische Geometrie, Positivstellensätze, Relaxationen von Lasserre und Parrilo, $\Theta$ -Körper								
<i>Tropische Geometrie</i> : Der tropische Semiring $(R, \max, +)$ , tropische Hyperebenen, geometrische Kombinatorik, kombinatorische tropische Geometrie, tropische Varietäten, tropische Basen, Anwendungen der tropischen Geometrie								
Qualifikationsziele und Kompetenzen:								
Die Studierenden haben fortgeschrittene Arbeitstechniken der diskreten bzw. algorithmischen Mathematik erlernt.								
Angebotszyklus:		jährlich						
Dauer des Moduls:		2 Semester						
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		BaM-DM; Nützlich sind Kenntnisse aus BaM-DAM						
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch						
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):		—						
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:		90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung; ca. 60-minütiges Referat und ggf. schriftliche Ausarbeitung zum Seminar						
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:		bestandene Modulprüfung						
Lehrveranstaltungen		Typ	SWS	Semester		CP		
				1	2	3	4	
Symbolisches Rechnen und Gröbnerbasen		Vorlesung + Übung	4+2	*	*			9
oder Diskrete und konvexe Geometrie		Vorlesung + Übung	4+2	*	*			9
oder (Lineare und kombinatorische) Optimierung		Vorlesung + Übung	4+2	*	*			9
oder Semidefinite Optimierung und positive Polynome		Vorlesung + Übung	4+2	*	*			9
oder Tropische Geometrie		Vorlesung + Übung	4+2	*	*			9
UND								
Seminar		Seminar	2		*	*		4

Eine Spezialisierung in *Advanced Discrete and Computational Mathematics* mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme einer der auf Seite 117 beschriebenen Lehrveranstaltungen, siehe dazu Seite 93.

Modulbezeichnung: <b>Advanced Discrete a. Computational Math., MaM-ADCM-k</b>		Wahlpflicht		CP: 5				
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :								
<i>Semidefinite Optimierung</i> : Konische Optimierungsprobleme, semidefinite Optimierungsprobleme, SDP-basierte Approximationsalgorithmen, Innere-Punkte-Verfahren, SDP und Summen von Quadraten, SDP-basierte Relaxationen								
<i>Polynomiale und semialgebraische Optimierung</i> : Momentenmethode, Positivstellensätze, positive Polynome und Optimierung, Dualität, Struktur von Polynomkegeln, LP-Relaxationen, semidefinite Relaxationen, geometrische Programmierung								
<i>Polynome</i> : Nullstellen von Polynomen, Geometrie und Kombinatorik von Polynomen, stabile Polynome, Geometrie und Kombinatorik von Amöben, algorithmische Methoden								
<i>Spektraeder</i> : Geometrie und Kombinatorik von Spektraedern, Polytope und Spektraeder, Geometrie semidefiniter Programme, Dualität, Projektionen von Spektraedern								
<i>Diskrete und konvexe Geometrie 2</i> : Fortgeschrittene und aktuelle Themen zur diskreten und konvexen Geometrie und ihren Anwendungen								
<i>Mathematische Spieltheorie</i> : strategische Spiele, Nash-Gleichgewichte, Bimatrixspiele, $n$ -Personen-Spiele, extensive Spiele, kooperative Modelle, algorithmische Aspekte								
Qualifikationsziele und Kompetenzen:								
Die Studierenden sind an aktuelle, forschungsorientierte Themen der diskreten bzw. algorithmischen Mathematik herangeführt worden.								
Angebotszyklus:		jährlich						
Dauer des Moduls:		1 Semester						
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		BaM-DM; Nützlich sind Kenntnisse aus BaM-DAM						
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch						
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):		—						
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:		Modulabschlussprüfung: 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung						
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:		bestandene Modulprüfung						
Lehrveranstaltungen		Typ	SWS	Semester				CP
				1	2	3	4	
Semidefinite Optimierung		Vorlesung + Übung	2+1	*	*	*	*	5
oder Polynomiale und semialgebraische Optimierung		Vorlesung + Übung	2+1	*	*	*	*	5
oder Polynome		Vorlesung + Übung	2+1	*	*	*	*	5
oder Spektraeder		Vorlesung + Übung	2+1	*	*	*	*	5
oder Diskrete und konvexe Geometrie 2		Vorlesung + Übung	2+1	*	*	*	*	5
oder Mathematische Spieltheorie		Vorlesung + Übung	2+1	*	*	*	*	5

Modulbezeichnung: <b>Diskrete und algebraische Strukturen und Algorithmen, MaM-DASA-gs</b>	Wahlpflicht	CP: 13					
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :							
<i>Gitterpolytope</i> : Gitter, Polytope, Gitterpunkterzeugendenfunktionen Endlichkeitsresultate, Gorenstein Polytope, unimodulare Triangulierungen							
<i>Geometrie der Zahlen</i> : Gitter, Konvexität, Minkowskis Sätze, Erweiterungen und Anwendungen, LLL-Algorithmus, SVP/CVP und Anwendungen							
<i>Ganzzahlige Optimierung</i> : Lineare Optimierung und Dualität, IP-Modelle, Schnittebenenverfahren, totale Unimodularität, polyedrische Kombinatorik							
<i>Kombinatorik</i> : fundamentale Koeffizienten, Graphentheorie, Hypergraphen und Mengensysteme, erzeugende Funktionen, enumerative Kombinatorik, Polynommethode							
<i>Torische Varietäten</i> : Kegel und affine torische Varietäten, Fächer und normale torische Varietäten, Divisoren, Linienbündel, Kohomologie							
<i>Kombinatorische kommutative Algebra</i> : Monomideale, (zelluläre) Auflösungen, Alexanderdualität, Gitterideale, Gröbnerbasen & Triangulierungen							
<i>Tropische Geometrie</i> : wie auf Seite 116 beschrieben							
Qualifikationsziele und Kompetenzen:							
Die Studierenden erlernen fortgeschrittene Arbeitstechniken und erwerben Übersetzungskompetenz zwischen diskreten und algebraischen Strukturen. Sie werden an aktuelle, forschungsorientierte Themen herangeführt.							
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):	zweijährlich						
Dauer des Moduls:	2 Semester						
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:	Empfohlen sind Grundkenntnisse der algebraischen Geometrie oder der kommutativen Algebra						
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:	Deutsch oder Englisch						
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):	—						
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:	90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung, 60-minütiges Referat und ggf. schriftliche Ausarbeitung zum Seminar						
Voraussetzungen für die Vergabe der CP	bestandene Modulprüfung						
Lehrveranstaltungen	Typ	SWS	Semester				CP
			1	2	3	4	
Gitterpolytope	Vorlesung + Übung	4+2	*	*			9
oder Geometrie der Zahlen	Vorlesung + Übung	4+2	*	*			9
oder Ganzzahlige Optimierung	Vorlesung + Übung	4+2	*	*			9
oder Kombinatorik	Vorlesung + Übung	4+2	*	*			9
oder Torische Varietäten	Vorlesung + Übung	4+2	*	*			9
oder Komb. komm. Algebra	Vorlesung + Übung	4+2	*	*			9
oder Tropische Geometrie	Vorlesung + Übung	4+2	*	*			9
UND							
Seminar	Seminar	2			*	*	4

Eine Spezialisierung in *Diskrete und Algebraische Strukturen* mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme einer der auf Seite 119 beschriebenen Lehrveranstaltungen. Siehe dazu Seite 46.

Modulbezeichnung: <b>Diskrete und algebraische Strukturen und Algorithmen, MaM-DASA-k</b>		Wahlpflicht		CP: 5			
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :							
<i>Polynomielle Gleichungssysteme</i> : Symbolische und numerische Methoden zum Lösen polynomieller Gleichungssysteme							
<i>Lineare Algebraische Gruppen II</i> Parabolische, Flaggenvarietäten, Strukturtheorie linearer algebraischer Gruppen							
<i>Wurzelsysteme</i> : Spiegelungen und Wurzelsysteme, reduziert und irreduzibel, Kammern und Basen, Dynkin-Diagramme, Klassifikation							
<i>Affine Halbgruppen</i> : Erzeuger und Syzygien von Gitteridealen, lokale Kohomologie von Halbgruppenringen							
<i>Triangulierungen</i> : Triangulierungen von Punktfigurationen, Sekundärpolytop, Cayley-Trick							
<i>Weiterführende Themen der kombinatorischen Algebra</i> : Verschiedene Themen wie Stanley-Reisner-Ringe, topologische Kombinatorik, Bewertungen und Polytopalgebra							
Qualifikationsziele und Kompetenzen:							
Die Studierenden erlernen fortgeschrittene Arbeitstechniken und erwerben Übersetzungskompetenz zwischen diskreten und algebraischen Strukturen. Sie werden an aktuelle, forschungsorientierte Themen herangeführt.							
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):		zweijährlich					
Dauer des Moduls:		1 Semester					
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		Empfohlen sind Grundkenntnisse der algebraischen Geometrie oder der kommutativen Algebra					
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch					
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):		—					
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:		Modulabschlussprüfung: 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung					
Voraussetzungen für die Vergabe der CP		bestandene Modulprüfung					
Lehrveranstaltungen		Typ	SWS	Semester		CP	
				1	2	3	4
Polynomielle Gleichungssysteme		Vorlesung + Übung	2+1		*	*	
oder Algebraische Gruppen		Vorlesung + Übung	2+1		*	*	
oder Wurzelsysteme		Vorlesung + Übung	2+1		*	*	
oder Affine Halbgruppen		Vorlesung + Übung	2+1		*	*	
oder Triangulierungen		Vorlesung + Übung	2+1		*	*	
oder W. Themen d. komb. Alg.		Vorlesung + Übung	2+1		*	*	

Zusätzlich zu der auf Seite 118 angegebenen Möglichkeit kann man eine Spezialisierung in *Diskrete und Algebraische Strukturen* mit 18 CP auch durch Hinzunahme eines Seminars aus diesem Gebiet (siehe Seite 118) und einer der folgenden Lehrveranstaltungen erreichen: *Algebraische Geometrie I* (siehe Seite 94), *Lineare Algebraische Gruppen I* (siehe Seite 96), *Torische Varietäten* (siehe Seite 118), *Kombinatorische kommutative Algebra* (siehe Seite 118), *Darstellungen kompakter Liegruppen* (siehe Seite 102).

Modulbezeichnung: <b>Probabilistische und Extremale Kombinatorik, MaM-PEK-gs</b>		Wahlpflicht		CP: 13			
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :							
<i>Extremale Kombinatorik</i> : Extremale Graphen- und Hypergraphentheorie, Regularitätsmethode, Quasizufälligkeit, graph limits, Expandergraphen, dependent random choice, Ramseysätze, property testing, algorithmische Aspekte							
<i>Probabilistische Kombinatorik</i> : probabilistische Methoden in der Diskreten Mathematik, algorithmische Aspekte							
<i>Mathematik von Phasenübergängen</i> : Boltzmann-Verteilung, Entropie, klassische und mean-field-Modelle, Belief Propagation, rigorose Analyse der freien Energie, Anwendungen in der diskreten Mathematik							
Qualifikationsziele und Kompetenzen:							
Die Studierenden erlangen ein tiefes Verständnis in der Extremalen und Probabilistischen Kombinatorik und sind für deren Anwendungsmöglichkeiten sensibilisiert. Ferner können sie sich selbstständig mit den aktuellen Fragestellungen befassen.							
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):		zweijährlich					
Dauer des Moduls:		2 Semester					
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		BaM-DM; Nützlich sind Kenntnisse aus BaM-DAM sowie <i>Stochastische Konzentrationsungleichungen</i> (siehe Seite 123)					
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch					
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):		—					
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:		90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung, 60-minütiges Referat und ggf. schriftliche Ausarbeitung zum Seminar					
Voraussetzungen für die Vergabe der CP		bestandene Modulprüfung					
Lehrveranstaltungen		Typ	SWS	Semester		CP	
				1	2	3	4
Extremale Kombinatorik		Vorlesung + Übung	4+2	*	*		
oder Probabilistische Kombinatorik		Vorlesung + Übung	4+2	*	*		
oder Mathematik von Phasenübergängen		Vorlesung + Übung	4+2	*	*		
UND							
Seminar		Seminar	2			*	*

Eine Spezialisierung in Probabilistischer und Extremaler Kombinatorik mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme einer der auf Seite 121 beschriebenen Lehrveranstaltungen oder auch durch Hinzunahme einer der folgenden Lehrveranstaltungen: Stochastische Analyse von Algorithmen (2+1 SWS), Stochastische Konzentrationsungleichungen (2+1 SWS).

Modulbezeichnung: <b>Probabilistische und Extremale Kombinatorik, MaM-PEK-k</b>		Wahlpflicht		CP: 5			
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :							
<i>Additive Kombinatorik</i> : Sumsets, diskrete Fourieranalysis, Methoden aus der Graphentheorie, Ramseytheorie, Polynommethode, Szemerédi's Theorem, Green-Tao Theorem							
<i>Analytische Kombinatorik</i> : Grundlagen der enumerativen Kombinatorik, symbolische Methoden, erzeugende Funktionen, Singularitätsanalyse, Grenzwertsätze, Anwendungen auf Fragestellungen der diskreten Mathematik							
<i>Markovketten und zufälliges Erzeugen</i> : Konvergenzsätze, mixing time, Metropolisprozess und Glauber dynamics, couplings, Anwendungen auf Modelle der statistischen Physik							
<i>Zufällige Graphen</i> : Erdős-Renýi und verwandte Modelle, giant component, Schwellenwertfunktionen, zero-one-laws							
Qualifikationsziele und Kompetenzen:							
Die Studierenden erlangen ein Verständnis für die aktuelle Forschung in der Extremalen und Probabilistischen Kombinatorik und sind für deren Anwendungsmöglichkeiten sensibilisiert. Sie sind qualifiziert, das Erarbeitete in der Masterarbeit auf forschungsorientiertem Niveau anzuwenden.							
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):		zweijährlich					
Dauer des Moduls:		1 Semester					
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		BaM-DM; Nützlich sind Kenntnisse aus BaM-DAM sowie <i>Stochastische Konzentrationsungleichungen</i> (siehe Seite 123)					
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch					
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):		—					
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:		Modulabschlussprüfung: 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung					
Voraussetzungen für die Vergabe der CP		bestandene Modulprüfung					
Lehrveranstaltungen		Typ	SWS	Semester		CP	
				1	2	3	4
Additive Kombinatorik		Vorlesung + Übung	2+1		*	*	
oder Analytische Kombinatorik		Vorlesung + Übung	2+1		*	*	
oder Markovketten und zufälliges Erzeugen		Vorlesung + Übung	2+1		*	*	
oder zufällige Graphen		Vorlesung + Übung	2+1		*	*	

Modulbezeichnung: <b>Stochastik, MaM-STO-gs</b>		Wahlpflicht		CP: 13 *)			
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :							
<p><i>Höhere Stochastik</i>: Grundlagen der Maßtheorie, Summen unabhängiger Zufallsvariabler, große Abweichungen, schwache Konvergenz, charakteristische Funktionen, Martingale, Invarianzprinzip.</p> <p><i>Stochastische Prozesse</i>: Markov-Ketten, bedingte Erwartung und Martingale, Poisson-/ Punkt-/ Erneuerungsprozesse, Brownsche Bewegung, Stochastisches Integral und Itô-Formel.</p>							
Qualifikationsziele und Kompetenzen:							
Die Studierenden beherrschen die zentralen Kapitel der Wahrscheinlichkeitstheorie und sind in der Lage, wichtige Klassen zufälliger Prozesse forschungsorientiert zu analysieren.							
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):		jährlich					
Dauer des Moduls:		1 Semester					
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		BaM-ES					
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch					
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):		—					
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:		90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung; 60-minütiges Referat und ggf. schriftliche Ausarbeitung zum Seminar					
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:		bestandene Modulprüfung					
Lehrveranstaltungen		Typ	SWS	Semester		CP	
				1	2	3	4
Höhere Stochastik		Vorlesung + Übung	4+2	*		*	
oder Stochastische Prozesse		Vorlesung + Übung	4+2		*		*
UND							
Seminar zur Stochastik		Seminar	2		*	*	

Eine Spezialisierung in Stochastik mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme einer der auf Seite 123 beschriebenen Lehrveranstaltungen. Siehe dazu Seite 93.

Modulbezeichnung: <b>Stochastik, MaM-STO-k</b>		Wahlpflicht		CP: 5				
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :								
<i>Zufällige rekursive Strukturen</i> : Selbstähnliche zufällige Objekte, zufällige Bäume, rekursive Algorithmen, Wahrscheinlichkeitsmetriken, stochastische Fixpunktgleichungen, Kontraktionsmethode.								
<i>Martingalprobleme</i> : infinitesimale Beschreibung stochastischer Prozesse, starke Markov-Eigenschaft, Martingalprobleme, Anwendung auf Fleming-Viot-Prozess.								
<i>Schwache Konvergenz</i> : Prokorov-Metrik, relative Kompaktheit, schwache Konvergenz auf $C[0, 1]$ und $D[0, 1]$ , Satz von Donsker.								
<i>Stochastische Analyse von Algorithmen</i> : Irrfahrten und binäre Bäume, Binärsuchbäume, probabilistische Methode und zufällige Graphen, Galton-Watson Bäume, Heuristiken für das <i>traveling salesman problem</i> , Digitale Suchbäume und Lempel-Ziv Kodierung.								
<i>Stochastische Modelle der Populationsgenetik</i> : Diffusionsapproximation, Fleming-Viot-Prozesse, Coale-scents, Mutation, Selektion, Rekombination.								
<i>Stochastische Konzentrationsungleichungen</i> : Chernoff-Schranken, Martingalmethoden, Talagrand's Induktionsmethode, logarithmische Sobolev-Ungleichung, Anwendungen auf randomisierte Algorithmen, stoch. Analyse von Algorithmen und kombinatorische Optimierung.								
Qualifikationsziele und Kompetenzen:								
Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse der mathematischen Theorie der Stochastik. Sie sind an die aktuelle Forschung herangeführt und haben Einblick in die Anwendungen.								
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):		jährlich						
Dauer des Moduls:		1 Semester						
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		BaM-ES; Empfohlen sind Kenntnisse aus den Lehrveranstaltungen <i>Stochastische Prozesse</i> und <i>Höhere Stochastik</i>						
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch						
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):		—						
Modulprüfung(z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:		60-minütige Klausur oder 20-30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung						
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:		bestandene Modulprüfung						
Lehrveranstaltungen		Typ	SWS	Semester		CP		
				1	2		3	4
Zufällige rekursive Strukturen		Vorlesung + Übung	2+1		*		*	5
oder Martingalprobleme		Vorlesung + Übung	2+1		*	*	*	5
oder Schwache Konvergenz		Vorlesung + Übung	2+1		*	*	*	5
oder Stochastische Analyse von Algorithmen		Vorlesung + Übung	2+1	*		*		5
oder Stochastische Modelle der Populationsgenetik		Vorlesung + Übung	2+1		*	*	*	5
oder Stochastische Konzentrationsungleichungen		Vorlesung + Übung	2+1		*	*	*	5



Modulbezeichnung: <b>Statistik, MaM-STA-ks</b>		Wahlpflicht		CP: 9 *)			
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :							
<i>Statistik 1</i> : Deskriptive Statistik, Schätzen mit Konfidenz, Maximum-Likelihood, Suffizienz, Testen statistischer Hypothesen (z-Test, t-Test, Wilcoxon-Test, Permutationstest), Einfache Varianzanalyse und lineare Regression, Ideen des Bootstrap, Datenanalyse mit dem statistischen Programmpaket R.							
<i>Statistik 2</i> : Normales lineares Modell, mehrfaktorielle Varianzanalyse, Kovarianzanalyse, multiple Regression und Korrelation, Hauptkomponentenanalyse, multidimensionale Normalverteilung, Chi-Quadrat-Test, Delta-Methode, logistische Regression, Ideen der Modellwahl.							
<i>Statistik 3</i> : Verallgemeinertes Lineares Modell, Diskriminanzanalyse, Bayessche Statistik, Zeitreihenmodelle, angewandte Statistik von Punktprozessen.							
<i>Statistisches Praktikum</i> : verschiedene Themen aus der Statistik im Zusammenwirken mit Anwendern							
Qualifikationsziele und Kompetenzen:							
Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse in statistischer Modellierung und der Analyse von Zufälligkeit. Sie sind kompetent, komplexe statistische Sachverhalte zu präsentieren und mit Anwendern zu diskutieren.							
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):		jährlich					
Dauer des Moduls:		1 Semester					
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		BaM-ES. Für <i>Statistik 2 + Statistisches Praktikum</i> zusätzlich <i>Statistik 1</i> . Und für <i>Statistik 3 + Statistisches Praktikum</i> zusätzlich <i>Statistik 1</i> sowie Kenntnisse aus <i>Statistik 2</i> .					
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch					
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):		—					
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:		90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur Lehrveranstaltung <i>Statistik 1</i> ; 60-minütiges Referat und schriftliche Ausarbeitung zum <i>Statistischen Praktikum</i>					
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:		bestandene Modulprüfung.					
Lehrveranstaltungen		Typ	SWS	Semester		CP	
				1	2	3	4
Statistik 1		Vorlesung + Übung	2+1	*		*	
ODER Statistik 2		Vorlesung + Übung	2+1		*		*
ODER Statistik 3		Vorlesung + Übung	2+1	*		*	
UND							
Statistisches Praktikum		Seminar	2		*		*

Eine Spezialisierung in Statistik mit 18 CP erreicht man durch Hinzunahme einer der auf Seite 70 beschriebenen Lehrveranstaltungen *Stochastische Prozesse* oder *Höhere Stochastik*, siehe dazu Seite 93.

Modulbezeichnung: <b>Statistik, MaM-STA-k</b>		Wahlpflicht		CP: 5				
Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen</i> :								
<p><i>Statistik 2</i>: Normales lineares Modell, mehrfaktorielle Varianzanalyse, Kovarianzanalyse, multiple Regression und Korrelation, Hauptkomponentenanalyse, multidimensionale Normalverteilung, Chiquadrattest, Delta-Methode, logistische Regression, Ideen der Modellwahl.</p> <p><i>Statistik 3</i>: Verallgemeinertes Lineares Modell, Diskriminanzanalyse, Bayessche Statistik, Zeitreihenmodelle, angewandte Statistik von Punktprozessen.</p>								
Qualifikationsziele und Kompetenzen:								
Die Studierenden haben tiefgehende Kenntnisse in statistischer Modellierung und der Analyse von Zufälligkeit. Sie sind kompetent, komplexe statistische Sachverhalte zu präsentieren und mit Anwendern zu diskutieren. Sie sind qualifiziert, das Erarbeitete in der Masterarbeit auf forschungsorientiertem Niveau anzuwenden.								
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):		jährlich						
Dauer des Moduls:		1 Semester						
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		Kenntnisse aus <i>Statistik 1</i> werden vorausgesetzt. Für <i>Statistik 3</i> werden zusätzlich Kenntnisse aus <i>Statistik 2</i> vorausgesetzt.						
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch						
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):		—						
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:		Modulabschlussprüfung: 90-minütige Klausur oder 30-minütige mündliche Prüfung zur gewählten Lehrveranstaltung						
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:		bestandene Modulprüfung.						
Lehrveranstaltungen		Typ	SWS	Semester		CP		
				1	2	3	4	
Statistik 2		Vorlesung + Übung	2+1		*		*	5
oder Statistik 3		Vorlesung + Übung	2+1	*		*		5

Modulbezeichnung: <b>Finanzmathematik in stetiger Zeit, MaM-KF-gs</b>		Wahlpflicht		CP: 14				
Inhalte der Lehrveranstaltungen:								
<i>Vorlesung Finanzmathematik in stetiger Zeit 1:</i> Martingaldarstellungssatz, Spiegelungsprinzip und exotische Optionen, Wertpapiere mit Dividenden, Forwards/Futures, Zinsstrukturmodelle, Kreditrisiko								
<i>Vorlesung Finanzmathematik in stetiger Zeit 2:</i> Optimales Stoppen und Derivate amerikanischen Typs, stochastische Kontrolltheorie, Lévy-Prozesse, Modellierung von Marktunvollkommenheiten								
Qualifikationsziele und Kompetenzen:								
Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse der Finanzmathematik in stetiger Zeit erworben und einen Einblick in die Anwendungen gewonnen.								
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):		jährlich						
Dauer des Moduls:		2 Semester						
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		BaM-SAN						
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch						
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):		—						
Modulprüfung (z.B. Modulabschlussprüfung oder kumulative Modulprüfung) sowie Prüfungsform:		Zu jeder Vorlesung 20-minütige Prüfung; ca. 60-minütiges Referat und ggf. schriftliche Ausarbeitung zum Seminar						
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:		bestandene Modulprüfung						
Herkunft des Moduls sofern nicht aus diesem Studiengang:		–						
Verwendbarkeit des Moduls in anderen Studiengängen:								
Lehrveranstaltungen		Typ	SWS	Semester		CP		
				1	2	3	4	
Finanzmathematik in stetiger Zeit 1		Vorlesung + Übung	2+1	*				5
UND								
Finanzmathematik in stetiger Zeit 2		Vorlesung + Übung	2+1		*			5
UND								
Finanzmathematisches Seminar		Seminar	2		*			4

Eine Spezialisierung in Finanzmathematik mit mindestens 19 CP erreicht man durch Hinzunahme einer mindestens zweistündigen Mastervorlesung aus den Bereichen Stochastik oder Numerik.

Modulbezeichnung: <b>Stochastische Analysis mit Finanzmathe, MaM-StochAna-ks</b>		Wahlpflicht		CP: 9				
<p>Inhalte:  Stochastisches Integral für linksstetige Integranden und Semimartingale als Integratoren, Itô-Formel, Girsanov-Meyer-Theorem, Vermögensdynamiken in stetiger Zeit, Black-Scholes-Modell, implizite Volatilitäten, Sprungrisiko</p>								
<p>Qualifikationsziele und Kompetenzen:  Die Studierenden kennen Ideen aus der stochastischen Analysis und besitzen einen Einblick in die zeitstetige Modellierung von Finanzmärkten. Sie studieren fortgeschrittene Modelle, die in der Praxis angewendet werden.</p>								
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):		jährlich						
Dauer des Moduls:		2 Semester						
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		bestandene Modulprüfungen in BaM-HA und BaM-ES, zudem wird die Vorlesung „Stochastische Prozesse“ empfohlen						
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch						
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):		—						
Modulprüfung sowie Prüfungsform:		20-30-minütige mündliche Prüfung zur Vorlesung, 90-minütiges Referat und schriftliche Ausarbeitung zum Seminar						
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:		bestandene Modulprüfungen						
Lehrveranstaltungen		Typ	SWS	Semester		CP		
				1	2	3	4	
Stochastische Analysis mit Finanzmathematik		Vorlesung + Übung	2+1		*			5
UND Finanzmathematisches Seminar		Seminar	2			*		4

Modulbezeichnung: <b>Zeitdiskrete Finanzmathematik, MaM-DisFin-k</b>		Wahlpflicht		CP: 5				
Inhalte:								
Mathematische Modellierung zeitdiskreter Finanzmärkte, No-Arbitrage-Prinzip, zeitdiskrete Martingale, Maßwechsel, Derivate europäischen Typs, vollständige und unvollständige Märkte, kohärente Risikomaße, Nutzenoptimierung								
Qualifikationsziele und Kompetenzen:								
Die Studierenden beherrschen die grundlegenden Begriffe der stochastischen Finanzmathematik, das Zusammenspiel aus Modellierung und mathematischer Beweisführung und sie besitzen fortgeschrittene Kenntnisse über komplexe Finanzprodukte und ihre Bewertung.								
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):		jährlich						
Dauer des Moduls:		1 Semester						
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		bestandene Modulprüfungen in BaM-HA und BaM-ES						
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch						
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):		—						
Modulprüfung sowie Prüfungsform:		20-30-minütige mündliche Prüfung						
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:		bestandene Modulprüfung						
Lehrveranstaltungen		Typ	SWS	Semester		CP		
				1	2	3	4	
Einführung in die Stochastische Finanzmathematik		Vorlesung + Übung	2+1		*			5

<b>Kolloquiumsmodul</b>	<b>MaM-K</b>	<b>CP: 5</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	<i>SWS</i>	<i>CP</i>
Oberseminar	2	2
Abschlussseminar	2	3

<b>Masterarbeit</b>	<b>MaM-Ma</b>	<b>CP: 30</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	<i>SWS</i>	<i>CP</i>
Masterarbeit	–	30

## Anhang 6: Modulbeschreibungen/Master/Professionalisierungsbereich

<b>Professionalisierung 1</b>	<b>MaM-PR1</b>	<b>CP: 9</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	<i>SWS</i>	<i>CP</i>
Berufspraktikum	–	9
<i>oder</i>		
Tutoriumsleitung	–	9

<b>Professionalisierung 2</b>	<b>MaM-PR2</b>	<b>CP: 6</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	<i>SWS</i>	<i>CP</i>
Lehrveranstaltung nach Wahl	2 V	3
Anleitung zum wissenschaftlichen Arbeiten	2 S	3

Modulbezeichnung: <b>Anleitung zur Statistischen Beratung, MaM-PR2-W</b>		Wahlpflicht		CP: 3		
<p>Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen nach Wahl</i>:</p> <p><i>Anleitung zur Statistischen Beratung</i>: Diskussion von Fallbeispielen aus der statistischen Beratung.</p>						
<p>Qualifikationsziele und Kompetenzen:</p> <p>Die Studierenden machen sich vertraut mit allen Aspekten angewandter statistischer Beratung, wie Diskussion mit dem Anwender, Herausarbeitung der Hauptfragen, Übersetzung in statistische Fragestellungen, Diskussion von Modellansätzen, Anwendung einfacher statistischer Verfahren und Erstellung und Auswahl graphischer Darstellungen sowie eines Kurzberichts für den Anwender.</p>						
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):		jährlich oder zweijährlich				
Dauer des Moduls:		1 Semester				
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		Statistik 1				
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch				
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):		LN: Bearbeitung von 1-2 Fallbeispielen mit Präsentation und Kurzbericht				
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:		siehe Studiennachweise				
Lehrveranstaltungen		Typ	SWS	Semester		CP
Anleitung zur Statistischen Beratung		Proseminar	2	1	2	3
				*	*	

Das Proseminar *Anleitung zur Statistischen Beratung* stellt eine Möglichkeit für die Veranstaltung *Lehrveranstaltung nach Wahl* im Modul MaM-PR2 dar.



Modulbezeichnung: <b>Präsentation zum Statistischen Praktikum, MaM-PR2-W</b>		Wahlpflicht		CP: 2				
<p>Inhalte der <i>Lehrveranstaltungen nach Wahl</i>:</p> <p><i>Präsentation zum Statistischen Praktikum</i>: Präsentation der Hauptergebnisse aus dem Statistischen Praktikum in einer anwenderfreundlichen Kurzvortragsreihe.</p>								
<p>Qualifikationsziele und Kompetenzen:</p> <p>Die Studierenden lernen, die Hauptbotschaften ihres im Statistischen Praktikum erarbeiteten mathematisch-statistischen Themas herauszuarbeiten und in gut verständlicher und knapper Form (ca. 10 Min) in einem Kurzvortrag zusammen zu fassen. Sie erlernen geeignete graphische Darstellungen der Hauptbotschaften und prägnante und formal präzise Formulierungen, die auch für Anwender verständlich sein sollen.</p>								
Angebotszyklus (z.B. jährlich oder jedes Semester):		jährlich oder zweijährlich, zum Statistischen Praktikum						
Dauer des Moduls:		Blockveranstaltung am Semesterende						
Voraussetzung für die Teilnahme am Modul:		Statistik 1, Statistisches Praktikum						
(ggf.) Lehr- und Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch						
Studiennachweise (Teilnahme- / Leistungsnachweise):		Präsentation der Hauptergebnisse aus dem Statistischen Praktikum in einem anwenderfreundlichen Kurzvortrag						
Voraussetzungen für die Vergabe der CP:		siehe Studiennachweise						
Lehrveranstaltungen		Typ	SWS	Semester		CP		
				1	2	3	4	
Präsentation zum Statistischen Praktikum		Proseminar			*		*	2

Das Proseminar Präsentation zum Statistischen Praktikum kann in das Modul BaM-PR2 eingebracht werden. Um auf die geforderten 3 CPs für die Veranstaltung *Lehrveranstaltung nach Wahl* zu kommen, kann beispielsweise durch ein Softskill-Modul mit 1 CP ergänzt werden.

## Anhang 7: Modulbeschreibungen/Master/Anwendungsfach

Hier sind die Anwendungsfächer für das Masterstudium ausgeführt

<i>Anwendungsfach</i>	<i>FB</i>	<i>Seite</i>
Betriebswirtschaftslehre	02	134
Finanzwirtschaft (Finance)	02	135
Volkswirtschaftslehre	02	136
Geowissenschaften	11	137
Meteorologie	11	137
Informatik	12	138
Physik	13	139
Chemie	14	140
Biowissenschaften	15	140

Für die in diesem Abschnitt aufgeführten Module gelten die Modulbeschreibungen und die Bedingungen zum Erwerb von CP entsprechend den aktuell gültigen Fassungen der Prüfungsordnungen derjenigen Fachbereiche, welche diese Module anbieten. Darüber hinaus finden sich in den jeweiligen Prüfungsordnungen aktuelle und ausführliche Beschreibungen der Module, weshalb hier nur grobe Übersichten über die jeweils angebotenen Module aufgeführt sind.

## Anwendungsfach Betriebswirtschaftslehre – FB 2

Wenn im Bachelorstudium weder Betriebswirtschaftslehre noch Finanzwirtschaft noch Volkswirtschaftslehre als Anwendungsfach gewählt wurde, ist im Masterstudium das Anwendungsfach Betriebswirtschaftslehre identisch mit dem auf Seite 81 für das Bachelorstudium beschriebenen Anwendungsfach Betriebswirtschaftslehre.

Wenn im Bachelorstudium Betriebswirtschaftslehre als Anwendungsfach gewählt wurde, besteht im Masterstudium das Anwendungsfach Betriebswirtschaftslehre aus folgendem Angebot:

- 2 Grundlagenmodule (jeweils 6 CP) und
- 2 Modulen (jeweils 6 CP) des 2. - 4. Semesters (Vertiefung)

des Masterstudiengangs Management mit Kernbereich Accounting and Information Management.

Wenn im Bachelorstudium Finanzwirtschaft als Anwendungsfach gewählt wurde, besteht im Masterstudium das Anwendungsfach Betriebswirtschaftslehre aus

- den auf Seite 81 aufgeführten Modulen BaM-AFBW-2, BaM-AFBW-3 und BaM-AFBW-4,
- einer Vorlesung nach Wahl (2 V 1 Ü, 5 CP) aus dem Studienschwerpunkt Finance & Accounting (Wahlpflichtmodul Finance mit einem Startkürzel von WPMF) des Bachelorstudienganges Wirtschaftswissenschaften, jeweils nach aktuellem Angebot
- sowie folgendem (in der Verantwortung des FB 12/ Informatik angebotenen) Modul

<b>Ergänzende Themen aus der Wirtschaftsinformatik</b>	<b>MaM-AFBW-1</b>	<b>CP: 2</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	<i>SWS</i>	<i>CP</i>
Ergänzende Themen aus der Wirtschaftsinformatik	2 S	2

Wenn im Bachelorstudium Volkswirtschaftslehre als Anwendungsfach gewählt wurde, besteht im Masterstudium das Anwendungsfach Betriebswirtschaftslehre aus

- den auf Seite 81 aufgeführten Modulen BaM-AFBW-1, BaM-AFBW-2, BaM-AFBW-3 und BaM-AFBW-4
- sowie dem Modul MaM-AFBW-1.

## Anwendungsfach Finanzwirtschaft (Finance) – FB 2

Wenn im Bachelorstudium weder Betriebswirtschaftslehre noch Finanzwirtschaft noch Volkswirtschaftslehre als Anwendungsfach gewählt wurde, ist im Masterstudium das Anwendungsfach Finanzwirtschaft identisch mit dem auf Seite 82 für das Bachelorstudium beschriebenen Anwendungsfach Finanzwirtschaft.

Wenn im Bachelorstudium Finanzwirtschaft als Anwendungsfach gewählt wurde, besteht das Anwendungsfach Finanzwirtschaft aus folgendem Angebot:

- Grundlagenmodul Finance (6 CP) des Masterstudiengangs Finance and Accounting
- 3 Modulen aus dem Bereich Finance (jeweils 6 CP) des 2.- 4. Semesters (Vertiefung)

des Masterstudiengangs Management mit Kernbereich Finance and Accounting oder des Masterstudiengangs Money and Finance.

Wenn im Bachelorstudium Betriebswirtschaftslehre als Anwendungsfach gewählt wurde, besteht im Masterstudium das Anwendungsfach Finanzwirtschaft aus folgendem Angebot:

- Finanzen 2 / BFIN (2 V 1 Ü, 6 CP)
- Finanzen 3 / PFIN (2 V 1 Ü, 6 CP)
- 2 Vorlesungen nach Wahl (2 V 1 Ü, 5 CP) aus dem Studienschwerpunkt Finance & Accounting (Wahlpflichtmodul Finance mit einem Startkürzel von WPMF) des Bachelorstudienganges Wirtschaftswissenschaften, jeweils nach aktuellem Angebot
- sowie dem auf Seite 134 beschriebenen Modul MaM-AFBW-1.

Wenn im Bachelorstudium Volkswirtschaftslehre als Anwendungsfach gewählt wurde, besteht im Masterstudium das Anwendungsfach Finanzwirtschaft aus

- den auf Seite 82 aufgeführten Modulen BaM-AFFW-1 und BaM-AFFW-2
- sowie dem auf Seite 134 beschriebenen Modul MaM-AFBW-1.

## Anwendungsfach Volkswirtschaftslehre – FB 2

Wenn im Bachelorstudium weder Betriebswirtschaftslehre noch Finanzwirtschaft noch Volkswirtschaftslehre als Anwendungsfach gewählt wurde, ist im Masterstudium das Anwendungsfach Volkswirtschaftslehre identisch mit dem auf Seite 83 für das Bachelorstudium beschriebenen Anwendungsfach Volkswirtschaftslehre.

Wenn im Bachelorstudium Betriebswirtschaftslehre oder Finanzwirtschaft als Anwendungsfach gewählt wurde, besteht im Masterstudium das Anwendungsfach Volkswirtschaftslehre aus

- den auf Seite 83 aufgeführten Modulen BaM-AFVW-1 und BaM-AFVW-2
- sowie dem auf Seite 134 beschriebenen Modul MaM-AFBW-1.

Wenn im Bachelorstudium Volkswirtschaftslehre als Anwendungsfach gewählt wurde, besteht das Anwendungsfach Volkswirtschaftslehre aus folgendem Angebot:

- 2 Modulen aus dem Bereich Fundamentals (jeweils 6 CP) des 1. Semesters und
- 1 Modul aus Public Policy und
- 1 Modul aus International Economics (jeweils 6 CP) des 2. - 4. Semesters

des Masterstudiengangs International Economics and Economic Policy. Die Unterrichts- und Prüfungssprache ist Englisch.

## **Anwendungsfach Geowissenschaften – FB 11**

Wenn im Bachelorstudium Geowissenschaften nicht als Anwendungsfach gewählt wurde, ist im Masterstudium das Anwendungsfach Geowissenschaften identisch mit dem auf Seite 84 für das Bachelorstudium beschriebenen Anwendungsfach Geowissenschaften.

Wenn im Bachelorstudium Geowissenschaften als Anwendungsfach gewählt wurde, besteht das Anwendungsfach Geowissenschaften im Masterstudium aus Veranstaltungen im Umfang von 24 CP, welche nicht bereits im Bachelorstudium eingebracht wurden, der auf Seite 84 für das Bachelorstudium beschriebenen Module im Anwendungsfach Geowissenschaften.

## **Anwendungsfach Meteorologie – FB 11**

Wenn im Bachelorstudium Meteorologie nicht als Anwendungsfach gewählt wurde, ist im Masterstudium das Anwendungsfach Meteorologie identisch mit dem auf Seite 86 für das Bachelorstudium beschriebenen Anwendungsfach Meteorologie.

Wenn im Bachelorstudium Meteorologie als Anwendungsfach gewählt wurde, besteht das Anwendungsfach Meteorologie im Masterstudium aus Veranstaltungen im Umfang von 24 CP, welche nicht bereits im Bachelorstudium eingebracht wurden, der auf Seite 86 für das Bachelorstudium beschriebenen Module im Anwendungsfach Meteorologie.

## Anwendungsfach Informatik – FB 12

Wenn im Bachelorstudium Informatik nicht als Anwendungsfach gewählt wurde, besteht das Anwendungsfach Informatik im Masterstudium aus folgendem Angebot:

- den auf Seite 88 für das Bachelorstudium beschriebenen Modulen BaM-AFI-1 und BaM-AFI-4
- dem Modul MaM-AFI-1
- einem der Module BaM-AFI-2, BaM-AFI-3, BaM-AFI-5 (vgl. Seite 88) oder dem Modul MaM-AFI-2

Wenn im Bachelorstudium Informatik als Anwendungsfach gewählt wurde und das Modul BaM-AFI-2 (vgl. Seite 88) nicht im Bachelorstudium eingebracht wurde, dann besteht das Anwendungsfach Informatik im Masterstudium aus folgendem Angebot:

- entweder dem Modul BaM-AFI-2 oder dem Modul MaM-AFI-2
- Module aus dem Vertiefungskatalog der aktuell gültigen Bachelorordnung Informatik, mit Ausnahme des Moduls MaM-AFI-2, oder Modulen aus den Informatik-Modulen des Masterstudiengangs Informatik aus den Fachgebieten Informatik der Systeme, Angewandte Informatik oder Grundlagen der Informatik, im Umfang von mindestens 16 CP.

Wenn im Bachelorstudium Informatik als Anwendungsfach gewählt wurde und das Modul BaM-AFI-2 (vgl. Seite 88) bereits im Bachelorstudium eingebracht wurde, dann besteht das Anwendungsfach Informatik im Masterstudium aus Modulen des Vertiefungskatalog der aktuell gültigen Bachelorordnung Informatik, oder Modulen aus den Informatik-Modulen des Masterstudiengangs Informatik aus den Fachgebieten Informatik der Systeme, Angewandte Informatik oder Grundlagen der Informatik, im Umfang von mindestens 24 CP.

<b>Ausgewählte Themen der Informatik</b>	<b>MaM-AFI-1</b>	<b>CP: 5</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	<i>SWS</i>	<i>CP</i>
Seminar nach Wahl *)	2 S	5

\*) Das Seminarangebot ergibt sich aus der aktuell gültigen Bachelorordnung Informatik.

<b>Theoretische Informatik 2</b>	<b>MaM-AFI-2</b>	<b>CP: 8</b>
<i>Lehrveranstaltung</i>	<i>SWS</i>	<i>CP</i>
Theoretische Informatik 2	3 V 2 Ü	8

## Anwendungsfach Physik – FB 13

Aus den folgenden Modulen kann frei gewählt werden mit der Einschränkung, dass höchstens eines der beiden Anfängerpraktika eingebracht werden darf:

- Experimentalphysik 1a: Mechanik (6 CP)
- Experimentalphysik 1b: Thermodynamik (4 CP)
- Experimentalphysik 2: Elektrodynamik (8 CP)
- Experimentalphysik 3: Optik, Atome und Quanten (8 CP)
- Experimentalphysik 4a: Kerne und Elementarteilchen (4 CP)
- Experimentalphysik 4b: Festkörper (4 CP)
  
- Theoretische Physik 2: Klassische Mechanik (8 CP)
- Theoretische Physik 3: Klassische Elektrodynamik (8 CP)
- Theoretische Physik 4: Quantenmechanik (8 CP)
- Theoretische Physik 5: Thermodynamik und Statistische Physik (8 CP)
  
- Anfängerpraktikum 1 (8 CP)
- Anfängerpraktikum 2 (8 CP)

Wurde im Bachelorstudium als Anwendungsfach Experimentalphysik oder Theoretische Physik gewählt, dann dürfen die dafür gewählten Module nicht nochmals eingebracht werden.

Für den Fall mangelnder Aufnahmekapazität in den Praktika wird auf die in der Ordnung des Bachelorstudiengangs Physik bestehende Regelung verwiesen.



## **Anwendungsfach Chemie – FB 14**

Wenn im Bachelorstudium Chemie nicht als Anwendungsfach gewählt wurde, ist im Masterstudium das Anwendungsfach Chemie identisch mit dem auf Seite 91 für das Bachelorstudium beschriebenen Anwendungsfach Chemie.

Wenn im Bachelorstudium Chemie als Anwendungsfach gewählt wurde, besteht das Anwendungsfach Chemie im Masterstudium aus Veranstaltungen im Umfang von 24 CP, welche nicht bereits im Bachelorstudium eingebracht wurden, der auf Seite 91 für das Bachelorstudium beschriebenen Module im Anwendungsfach Chemie.

Sollte weiterer Bedarf an Veranstaltungen aus dem Bachelor- oder Masterstudiengang Chemie bestehen, können die gewünschten Veranstaltungen nach Maßgabe freier Kapazitäten gewählt werden.

## **Anwendungsfach Biowissenschaften – FB 15**

Das Anwendungsfach Biowissenschaften im Masterstudium besteht aus genau vier frei wählbaren Modulen, welche nicht bereits im Bachelorstudium eingebracht wurden, der auf Seite 92 beschriebenen Module des Anwendungsfaches Biowissenschaften im Bachelorstudium.

### **Artikel II**

Diese Neufassung tritt am Tage nach ihrer Veröffentlichung im UniReport/Satzungen und Ordnungen der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main in Kraft und gilt erstmals ab Wintersemester 2016/17.

**Frankfurt am Main, den 27. September 2016**

**Prof. Dr. Uwe Brinkschulte**

Dekan des Fachbereichs Informatik und Mathematik