

Modulhandbuch

Masterstudiengang Mathematik

Institut für Mathematik

Fachbereich 12: Informatik und Mathematik
Goethe-Universität Frankfurt am Main

in der Fassung vom 13. August 2020



Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	3
Module des Hauptfachstudiums im Master Mathematik	4
MaM-AG: Algebraische Geometrie	6
MaM-LAG: Lineare algebraische Gruppen	9
MaM-AZT: Algebraische Zahlentheorie	11
MaM-DGAK: Diskrete Geometrie und algebraische Kombinatorik	14
MaM-DS: Dynamische Systeme	18
MaM-FDAM: Fortgeschrittene Diskrete und Algorithmische Mathematik	21
MaM-FFA: Fortgeschrittene Funktionalanalysis	25
MaM-FN: Fortgeschrittene Numerik	28
MaM-FNFM: Fortgeschrittene numerische Finanzmathematik	32
MaM-FPD: Fortgeschrittene partielle Differentialgleichungen	35
MaM-GA: Geometrische Analysis	38
MaM-HDG: Höhere Differentialgeometrie	42
MaM-PRK: Probabilistische Kombinatorik	46
MaM-STA: Statistik	49
MaM-STO: Stochastik	52
MaM-TOP: Topologie	55
MaM-ZF: Zeitstetige Finanzmathematik	59
MaM-K: Kolloquiumsmodul	62
MaM-MA: Masterarbeit	63
Basismodule im Master Mathematik	64
Professionalisierungsbereich im Master Mathematik	65
MaM-WA: Anleitung zum wissenschaftlichen Arbeiten	66
MaM-ERG: Ergänzungsmodul	67
Anwendungsfächer im Master Mathematik	71
MaM-AW: Biowissenschaften	72
MaM-AW: Chemie	73
MaM-AW: Geowissenschaften	74
MaM-AW: Informatik	75
MaM-AW: Meteorologie	76
MaM-AW: Philosophie	77
MaM-AW: Physik	78
MaM-AW: Wirtschaftswissenschaften	79

Abkürzungsverzeichnis

CP	<u>C</u> redit- <u>P</u> oints (Kreditpunkte)
GVBl	<u>G</u> esetz- und <u>V</u> erordnungs <u>bl</u> att für das Land Hessen
HHG	<u>H</u> essisches <u>H</u> ochschulgesetz in der Fassung vom 14. Dezember 2009 (GVBl. I, S. 666), zuletzt geändert durch Art. 2 des Gesetzes vom 18.12.2017 (GVBl. I, S. 284), in der jeweils gültigen Fassung
HImmaVO	<u>H</u> essische <u>I</u> mmatrikulations <u>v</u> erordnung vom 24.02.2010 (GVBl. I, S. 94), zuletzt geändert am 01.02.2017 (GVBl. I, S. 18), in der jeweils gültigen Fassung
RO	<u>R</u> ahmen <u>o</u> rdnung für gestufte und modularisierte Studiengänge der Goethe-Universität Frankfurt am Main vom 30.04.2014 (UniReport vom 11.07.2014), zuletzt geändert am 25.05.2016 (UniReport vom 28.06.2016), in der jeweils gültigen Fassung
SoSe	<u>S</u> ommer <u>s</u> emester
SWS	<u>S</u> emester <u>w</u> ochen <u>s</u> tunden
Ü	<u>Ü</u> bung
V	<u>V</u> orlesung
WiSe	<u>W</u> inter <u>s</u> emester

Module des Hauptfachstudiums im Master Mathematik

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

g ... große Vorlesung (4 SWS) + Übung (2 SWS) : 9 CP,

k ... kleine Vorlesung (2 SWS) + Übung (1 SWS) : 5 CP,

s ... Seminar (2 SWS) : 4 CP.

Aus den Modulkürzeln, siehe folgende Tabelle, und den Modulformaten entsteht der vollständige Modulcode und damit das eigentliche Modul, beispielsweise $MaM-XY-gks$ für das Wahlpflichtmodul mit Modulkürzel $MaM-XY$ im Format gks . 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.

In den einzelnen Gebieten werden die Module typischerweise in den Formaten gs oder k beschrieben, vereinzelt auch in den Formaten ks oder gks . Grundsätzlich werden innerhalb der Formate gs oder g (bzw. k oder ks) beschriebenen Lehrveranstaltungen des Typs „Vorlesung + Übung“ auch als Lehrveranstaltungen des Typs „Vorlesung + Übung“ in Modulen der Formate k oder ks (bzw. g oder gs) etc. angeboten, um die Flexibilität im Wahlpflichtbereich zu erhöhen.

Jedes Wahlpflichtmodul ist Teil eines der folgenden Gebiete:

Gebiet	Schwerpunkt ¹	Kürzel	Seite
Algebraische Geometrie	AG	MaM-AG	6
		MaM-LAG	9
Algebraische Zahlentheorie	AG	MaM-AZT	11
Diskrete Geometrie und algebraische Kombinatorik	DM	MaM-DGAK	14
Dynamische Systeme	AN	MaM-DS	18
Fortgeschrittene Diskrete und Algorithmische Mathematik	DM	MaM-FDAM	21
Fortgeschrittene Funktionalanalysis	AN	MaM-FFA	25
Fortgeschrittene Numerik	AN	MaM-FN	28
Fortgeschrittene numerische Finanzmathematik	AN	MaM-FNFM	32
Fortgeschrittene partielle Differentialgleichungen	AN	MaM-FPD	35
		MaM-GA	38
Geometrische Analysis und Differentialgeometrie	AN	MaM-HDG	42
		MaM-PRK	46
Probabilistische Kombinatorik	DM	MaM-PRK	46
Statistik	SF	MaM-STA	49
Stochastik	SF	MaM-STO	52
Topologie	AG	MaM-TOP	55
Zeitstetige Finanzmathematik	SF	MaM-ZF	59

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

¹Das Institut für Mathematik ist in vier Forschungsschwerpunkte strukturiert. Das sind AG: Algebra und Geometrie, AN: Analysis und Numerik, DM: Diskrete Mathematik, SF: Stochastik mit Finanzmathematik.

Modulname	Kürzel	Seite
Kolloquiumsmodul	MaM-K	62
Masterarbeit	MaM-MA	63

MaM-AG-gs	Algebraische Geometrie		Wahlpflicht				
	Gebiet: Algebraische Geometrie						
CP: 13	Kontaktstudium: 120h (4CP)	Selbststudium: 270h (9CP)	SWS: 8				
Inhalte:							
<p><i>Algebraische Geometrie I:</i> Varietäten über algebraisch abgeschlossenen Körpern, algebraische Mengen, Zariski-Topologie, Garben, algebraische Funktionen, algebraische Abbildungen, affine/projektive/abstrakte Varietäten und ihre Eigenschaften, Schemata, algebraische Kurven.</p> <p><i>oder Kommutative Algebra:</i> Algebren, Hilbertscher Basis-Satz, Noether-Normalisierung, Hilbertscher Nullstellensatz, Varietäten und ihre Morphismen, Lokalisierung, Kategorientheorie, Kettenbedingungen, Primärzerlegung und Kompletierungen.</p>							
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.							
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen:							
—							
Empfohlene Voraussetzungen:							
Kenntnisse aus der Lehrveranstaltung <i>Algebra</i>							
Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich):		Master Mathematik / FB 12					
Verfügbarkeit des Moduls für andere Studiengänge:		—					
Häufigkeit des Angebots:		zweijährlich					
Dauer des Moduls:		zweisemestrig					
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter:		Siehe Homepage des Prüfungsamts					
Studiennachweise / ggf. als Prüfungsvorleistungen:							
Teilnahmenachweis:		—					
Leistungsnachweis:		—					
Lehr- / Lernform:		Vorlesung mit Übung; Seminar					
Unterrichts-/Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch					
Modulprüfung:		Form / Dauer / ggf. Inhalt:					
Modulprüfung bestehend aus:		Zur gewählten Vorlesung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (20-30 min); Seminar: Referat (90 min), oder Referat (60 min) und schriftliche Ausarbeitung					
Zugehörige Lehrveranstaltungen:							
	Typ	SWS	Semester (empfohlen)				CP
			1	2	3	4	
Algebraische Geometrie I	Vorlesung	4	*	*	*		4
Algebraische Geometrie I	Übung	2	*	*	*		5
<i>oder</i>							
Kommutative Algebra	Vorlesung	4	*	*	*		4
Kommutative Algebra	Übung	2	*	*	*		5
<i>und</i>							
Seminar	Seminar	2		*	*	*	4

Summe		8					13
-------	--	---	--	--	--	--	----

MaM-AG-k	Algebraische Geometrie		Wahlpflicht				
	Gebiet: Algebraische Geometrie						
CP: 5	Kontaktstudium: 45h (1,5CP)	Selbststudium: 105h (3,5CP)	SWS: 3				
Inhalte:							
<i>Algebraische Geometrie II:</i> Eigenschaften von Schemata und ihren Morphismen, Kohomologietheorie. <i>oder Algebraische Geometrie III:</i> Modulräume von Kurven und Vektorbündeln, Hilbertschema und Quot-Schema, Stabilität, Geometrische Invariantentheorie. <i>oder Abelsche Varietäten:</i> komplexe Tori, Polarisierung, Geradenbündel, Periodenbereiche, Jacobische.							
Qualifikationsziele und Kompetenzen:							
Die Studierenden erwerben vertiefte Kenntnisse in Algebraischer Geometrie. Sie sind qualifiziert, diese in einem Seminar oder einer Abschlussarbeit anzuwenden.							
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen:							
—							
Empfohlene Voraussetzungen:							
Kenntnisse aus den Lehrveranstaltung <i>Algebraische Geometrie I</i> , siehe Seite 6							
Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich):			Master Mathematik / FB 12				
Verfügbarkeit des Moduls für andere Studiengänge:			—				
Häufigkeit des Angebots:			zweijährlich				
Dauer des Moduls:			einsemestrig				
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter:			Siehe Homepage des Prüfungsamts				
Studiennachweise / ggf. als Prüfungsvorleistungen:							
Teilnahmenachweis:			—				
Leistungsnachweis:			—				
Lehr- / Lernform:			Vorlesung mit Übung				
Unterrichts-/Prüfungssprache:			Deutsch oder Englisch				
Modulprüfung:			Form / Dauer / ggf. Inhalt:				
Modulprüfung bestehend aus:			Zur Vorlesung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (20-30 min)				
Zugehörige Lehrveranstaltungen:							
	Typ	SWS	Semester (empfohlen)				CP
			1	2	3	4	
Algebraische Geometrie II	Vorlesung	2		*	*	*	2
Algebraische Geometrie II	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Algebraische Geometrie III	Vorlesung	2		*	*	*	2
Algebraische Geometrie III	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Abelsche Varietäten	Vorlesung	2		*	*	*	2
Abelsche Varietäten	Übung	1		*	*	*	3
Summe		3					5

MaM-LAG-gs	Lineare algebraische Gruppen		Wahlpflicht				
	Gebiet: Algebraische Geometrie						
CP: 13	Kontaktstudium: 120h (4CP)	Selbststudium: 270h (9CP)	SWS: 8				
Inhalte:							
<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.							
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen:							
—							
Empfohlene Voraussetzungen:							
Kenntnisse aus der Lehrveranstaltung <i>Algebra</i>							
Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich):		Master Mathematik / FB 12					
Verfügbarkeit des Moduls für andere Studiengänge:		—					
Häufigkeit des Angebots:		zweijährlich					
Dauer des Moduls:		zweisemestrig					
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter:		Siehe Homepage des Prüfungsamts					
Studiennachweise / ggf. als Prüfungsvorleistungen:							
Teilnahmenachweis:		—					
Leistungsnachweis:		—					
Lehr- / Lernform:		Vorlesung mit Übung; Seminar					
Unterrichts-/Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch					
Modulprüfung:		Form / Dauer / ggf. Inhalt:					
Modulprüfung bestehend aus:		Zur Vorlesung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (20-30 min); Seminar: Referat (90 min), oder Referat (60 min) und schriftliche Ausarbeitung					
Zugehörige Lehrveranstaltungen:							
	Typ	SWS	Semester (empfohlen)				CP
			1	2	3	4	
Lineare algebraische Gruppen I	Vorlesung	4	*	*	*		4
Lineare algebraische Gruppen I	Übung	2	*	*	*		5
<i>und</i>							
Seminar	Seminar	2		*	*	*	4
Summe		8					13

MaM-LAG-k	Lineare algebraische Gruppen		Wahlpflicht				
	Gebiet: Algebraische Geometrie						
CP: 5	Kontaktstudium: 45h (1,5CP)	Selbststudium: 105h (3,5CP)	SWS: 3				
Inhalte:							
<p><i>Lineare algebraische Gruppen II:</i> Parabolische, Flaggenvarietäten, Struktur linearer algebraischer Gruppen. <i>oder Wurzelsysteme:</i> Spiegelungen und Wurzelsysteme, reduziert und irreduzibel, Kammern und Basen, Dynkin-Diagramme, Klassifikation. <i>oder Gebäude:</i> Coxetergruppen, Tits-Systeme, Sphärische Gebäude.</p>							
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.							
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen:							
—							
Empfohlene Voraussetzungen:							
Kenntnisse aus den Lehrveranstaltung <i>Lineare Algebraische Gruppen I</i> , siehe Seite 9							
Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich):			Master Mathematik / FB 12				
Verfügbarkeit des Moduls für andere Studiengänge:			—				
Häufigkeit des Angebots:			zweijährlich				
Dauer des Moduls:			einsemestrig				
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter:			Siehe Homepage des Prüfungsamts				
Studiennachweise / ggf. als Prüfungsvorleistungen:							
Teilnahmenachweis:			—				
Leistungsnachweis:			—				
Lehr- / Lernform:			Vorlesung mit Übung				
Unterrichts-/Prüfungssprache:			Deutsch oder Englisch				
Modulprüfung:			Form / Dauer / ggf. Inhalt:				
Modulprüfung bestehend aus:			Zur gewählten Vorlesung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (20-30 min)				
Zugehörige Lehrveranstaltungen:							
	Typ	SWS	Semester (empfohlen)				CP
			1	2	3	4	
Lineare algebraische Gruppen II	Vorlesung	2		*	*	*	2
Lineare algebraische Gruppen II	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Wurzelsysteme	Vorlesung	2		*	*	*	2
Wurzelsysteme	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Gebäude	Vorlesung	2		*	*	*	2
Gebäude	Übung	1		*	*	*	3
Summe		3					5

MaM-AZT-gs	Algebraische Zahlentheorie		Wahlpflicht				
	Gebiet: Algebraische Zahlentheorie						
CP: 13	Kontaktstudium: 120h (4CP)	Selbststudium: 270h (9CP)	SWS: 8				
Inhalte:							
<i>Algebraische Zahlentheorie I:</i> Dedekindringe, Ordnungen in Zahlkörpern, Diskriminante, Lokalisierung, diskrete Bewertungsringe, Klassengruppe, Geometrie der Zahlen, Endlichkeit der Klassenzahl, Dirichletscher Einheitensatz, Dedekindringerweiterungen, Verzweigungstheorie, höhere Verzweigungstheorie, lokale Körper, lokaler und globaler Satz von Kronecker-Weber.							
Qualifikationsziele und Kompetenzen:							
Die Studierenden sind kompetent im Umgang mit tieferliegenden Konzepten der Zahlentheorie (z.B. Dedekindringe, Verzweigung). Sie sind qualifiziert, das Erarbeitete in einem Seminar und weiterführenden Vorlesungen auf forschungsorientiertem Niveau anzuwenden.							
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen:							
—							
Empfohlene Voraussetzungen:							
Kenntnisse aus den Lehrveranstaltungen <i>Algebra</i> und <i>Elementare Zahlentheorie</i>							
Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich):		Master Mathematik / FB 12					
Verfügbarkeit des Moduls für andere Studiengänge:		—					
Häufigkeit des Angebots:		zweijährlich					
Dauer des Moduls:		zweisemestrig					
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter:		Siehe Homepage des Prüfungsamts					
Studiennachweise / ggf. als Prüfungsvorleistungen:							
Teilnahmenachweis:		—					
Leistungsnachweis:		—					
Lehr- / Lernform:		Vorlesung mit Übung; Seminar					
Unterrichts-/Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch					
Modulprüfung:		Form / Dauer / ggf. Inhalt:					
Modulprüfung bestehend aus:		Zur Vorlesung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (20-30 min); Seminar: Referat (90 min), oder Referat (60 min) und schriftliche Ausarbeitung					
Zugehörige Lehrveranstaltungen:							
	Typ	SWS	Semester (empfohlen)				CP
			1	2	3	4	
Algebraische Zahlentheorie I	Vorlesung	4	*	*	*		4
Algebraische Zahlentheorie I	Übung	2	*	*	*		5
<i>und</i>							
Seminar	Seminar	2		*	*	*	4
Summe		8					13

MaM-AZT-k	Algebraische Zahlentheorie		Wahlpflicht
	Gebiet: Algebraische Zahlentheorie		
CP: 5	Kontaktstudium: 45h (1,5CP)	Selbststudium: 105h (3,5CP)	SWS: 3
Inhalte:			
<p><i>Algebraische Zahlentheorie II:</i> Galoiskohomologie, Satz Hilbert-90, kohomologisch triviale Moduln, Tate-Kohomologie, Herbrand-Quotient, Satz von Tate–Nakayama, Klassenkörperformationen, Berechnung der Brauergruppe lokaler Körper, lokale Klassenkörpertheorie.</p> <p><i>oder Arithmetik Elliptischer Kurven:</i> Geometrie elliptischer Kurven, Gruppengesetz, Isogenien, Satz von Lutz–Nagell, Elliptische Kurven über endlichen bzw. lokalen Körpern, Höhen, Néron-Tate Höhe, Mordell-Weil Theorem, Satz von Siegel.</p> <p><i>oder Proendliche Gruppen:</i> Topologische Gruppen, proendliche Limiten, proendliche Gruppen, proendliche Sylowsätze, (stetige) Gruppenkohomologie, kohomologische Dimension, pro-p Gruppen, Satz von Golod–Shafarevich, absolute Galoisgruppen, Galoiskohomologie.</p> <p><i>oder 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>oder Algebraische Zahlentheorie III:</i> Ausgewählte Themen der Zahlentheorie, z.B. globale Klassenkörpertheorie und arithmetische Dualitätstheorie, Iwasawatheorie, étale Kohomologie, usw.</p>			
Qualifikationsziele und Kompetenzen:			
Die Studierenden sind kompetent im Umgang mit tieferliegenden Konzepten der Zahlentheorie (z.B. Galoiskohomologie, Klassenkörpertheorie). Sie sind qualifiziert, das Erarbeitete in der Masterarbeit auf forschungsorientiertem Niveau anzuwenden.			
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen:			
—			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Kenntnisse aus der Lehrveranstaltung <i>Algebraische Zahlentheorie I</i> , siehe Seite 11			
Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich):	Master Mathematik / FB 12		
Verfügbarkeit des Moduls für andere Studiengänge:	—		
Häufigkeit des Angebots:	zweijährlich		
Dauer des Moduls:	einsemestrig		
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter:	Siehe Homepage des Prüfungsamts		
Studiennachweise / ggf. als Prüfungsvorleistungen:			
Teilnahmenachweis:	—		
Leistungsnachweis:	—		
Lehr- / Lernform:	Vorlesung mit Übung		
Unterrichts-/Prüfungssprache:	Deutsch oder Englisch		
Modulprüfung:	Form / Dauer / ggf. Inhalt:		
Modulprüfung bestehend aus:	Zur gewählten Vorlesung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (20-30 min)		
Zugehörige Lehrveranstaltungen:			

	Typ	SWS	Semester (empfohlen)				CP
			1	2	3	4	
Algebraische Zahlentheorie II	Vorlesung	2		*	*	*	2
Algebraische Zahlentheorie II	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Arithmetik Elliptischer Kurven	Vorlesung	2		*	*	*	2
Arithmetik Elliptischer Kurven	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Proendliche Gruppen	Vorlesung	2		*	*	*	2
Proendliche Gruppen	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Funktionenkörper	Vorlesung	2		*	*	*	2
Funktionenkörper	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Algebraische Zahlentheorie III	Vorlesung	2		*	*	*	2
Algebraische Zahlentheorie III	Übung	1		*	*	*	3
Summe		3					5

MaM-DGAK-gs	Diskrete Geometrie und algebraische Kombinatorik		Wahlpflicht
	Gebiet: Diskrete Geometrie und algebraische Kombinatorik		
CP: 13	Kontaktstudium: 120h (4CP)	Selbststudium: 270h (9CP)	SWS: 8
Inhalte:			
<p><i>Diskrete Konvexgeometrie:</i> Polyeder, Komplexe, Arrangements; Seitenflächenstrukturen; Zerlegbarkeit (Unterteilungen, Minkowskisummen); Gitterpunkte und Volumen; geometrische Ungleichungen; diskrete Geometrie (Radon, Helly, Tverberg); Anwendungen (Optimierung, Algebra).</p> <p><i>oder Algebraische und geometrische Kombinatorik:</i> Algebra und Kombinatorik (Graphen, Permutationen, Polynome, Gruppen); Posets und Inzidenz-/Möbiusalgebren; Formale Potenzreihen, Co-/Hopfalgebren; Hyperebenen und Matroide; Triangulierungen; Gitterpolytope und Ehrhart Theorie.</p> <p><i>oder Kombinatorische kommutative Algebra:</i> Monomideale und (zelluläre) Auflösungen; Simplicialkomplexe und Stanley–Reisner Ringe; Cohen–Macaulay Ringe; Gitterideale und affine Halbgruppenringe; Gröbnerbasen und torische Ideale (Polytope); Invariantentheorie endlicher Gruppen.</p> <p><i>oder Torische Varietäten:</i> affine Halbgruppenringe und torische Varietäten; Fächer; Divisoren und Geradenbündel; Kohomologie.</p> <p><i>oder Tropische Geometrie:</i> Der tropische Semiring $(\mathbb{R}, \max, +)$, tropische Hyperebenen, geometrische Kombinatorik, kombinatorische tropische Geometrie, tropische Varietäten, tropische Basen, Anwendungen der tropischen Geometrie.</p>			
Qualifikationsziele und Kompetenzen:			
Die Studierenden erlernen fortgeschrittene Arbeitstechniken und erwerben Übersetzungskompetenz zwischen diskreten und algebraischen Strukturen. Sie werden an aktuelle, forschungsorientierte Themen herangeführt.			
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen:			
—			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Kenntnisse aus BaM-DAM und BaM-ALG			
Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich):	Master Mathematik / FB 12		
Verfügbarkeit des Moduls für andere Studiengänge:	—		
Häufigkeit des Angebots:	zweijährlich		
Dauer des Moduls:	zweisemestrig		
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter:	Siehe Homepage des Prüfungsamts		
Studiennachweise / ggf. als Prüfungsvorleistungen:			
Teilnahmenachweis:	—		
Leistungsnachweis:	—		
Lehr- / Lernform:	Vorlesung mit Übung; Seminar		
Unterrichts-/Prüfungssprache:	Deutsch oder Englisch		
Modulprüfung:	Form / Dauer / ggf. Inhalt:		

Modulprüfung bestehend aus:	Zur gewählten Vorlesung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (20-30 min); Seminar: Referat (90 min), oder Referat (60 min) und schriftliche Ausarbeitung						
Zugehörige Lehrveranstaltungen:							
	Typ	SWS	Semester (empfohlen)				CP
			1	2	3	4	
Diskrete Konvexgeometrie	Vorlesung	4	*	*	*		4
Diskrete Konvexgeometrie	Übung	2	*	*	*		5
<i>oder</i>							
Algebraische und geometrische Kombinatorik	Vorlesung	4	*	*	*		4
Algebraische und geometrische Kombinatorik	Übung	2	*	*	*		5
<i>oder</i>							
Kombinatorische kommutative Algebra	Vorlesung	4	*	*	*		4
Kombinatorische kommutative Algebra	Übung	2	*	*	*		5
<i>oder</i>							
Torische Varietäten	Vorlesung	4	*	*	*		4
Torische Varietäten	Übung	2	*	*	*		5
<i>oder</i>							
Tropische Geometrie	Vorlesung	4	*	*	*		4
Tropische Geometrie	Übung	2	*	*	*		5
<i>und</i>							
Seminar	Seminar	2		*	*	*	4
Summe		8					13

MaM-DGAK-k	Diskrete Geometrie und algebraische Kombinatorik		Wahlpflicht
	Gebiet: Diskrete Geometrie und algebraische Kombinatorik		
CP: 5	Kontaktstudium: 45h (1,5CP)	Selbststudium: 105h (3,5CP)	SWS: 3
Inhalte:			
<p><i>Diskrete Konvexgeometrie II:</i> Polyedrische Funktionen (Brianchion–Gram, Lawrence–Varchenko, Brion); stückweise Polynomfunktionen und Algebren von Polytopen; Deformationskegel; g-Theoreme.</p> <p><i>oder Algebraische und geometrische Kombinatorik II:</i> Matroide und Invarianten; kombinatorische Konvexität (orientierte Matroide, Antimatroide); Permutationen (symmetrische Funktionen und Darstellungstheorie); kombinatorische Hopfalgebren; Cluster Algebren; topologische Methoden.</p> <p><i>oder Kombinatorische kommutative Algebra II:</i> Relative Komplexe; Cohen–Macaulay Komplexe und Schälbarkeit; Lokale Kohomologie und Reisners Kriterium; Sätze von Kruskal–Katona und Macaulay; Starrheit und Stress; Lower/Upper Bound Theoreme.</p> <p><i>oder Bewertungen:</i> Bewertungen auf Mengensystemen und Inklusion-Exklusion (Grömer); Bewertungen auf (Gitter-)Polytopen und Hilberts drittes Problem; Klassifikationssätze (Hadwiger, Betke–Kneser); Positivitätskegel; Universelle Bewertungen und die Polytopalgebra.</p> <p><i>oder Konvex-algebraische Geometrie:</i> Geometrie und Kombinatorik von semialgebraischen, konvexen Mengen (Polytope, Spektraeder, hyperbolische Kegel); Darstellungen und Algorithmen; Verbindungen zur Optimierung und diskreten Mathematik.</p> <p><i>oder Triangulierungen:</i> Unterteilungen von Punktmengen und Anwendungen; Konstruktionsmethoden und Algorithmen; Operationen und Struktur (Flips, Sekundär-/Faserpolytope); gemischte Unterteilungen und Cayley Trick; Zonotope und Pflasterungen.</p>			
Qualifikationsziele und Kompetenzen:			
Die Studierenden erlernen fortgeschrittene Arbeitstechniken und erwerben Übersetzungskompetenz zwischen diskreten und algebraischen Strukturen. Sie haben Einblick in aktuelle Forschung und in die Anwendungen. Sie sind qualifiziert, diese in einem Seminar oder einer Abschlussarbeit anzuwenden.			
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen:			
—			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Kenntnisse aus BaM-DAM und BaM-ALG			
Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich):	Master Mathematik / FB 12		
Verfügbarkeit des Moduls für andere Studiengänge:	—		
Häufigkeit des Angebots:	zweijährlich		
Dauer des Moduls:	einsemestrig		
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter:	Siehe Homepage des Prüfungsamts		
Studiennachweise / ggf. als Prüfungsvorleistungen:			
Teilnahmenachweis:	—		
Leistungsnachweis:	—		
Lehr- / Lernform:	Vorlesung mit Übung		
Unterrichts-/Prüfungssprache:	Deutsch oder Englisch		

Modulprüfung:	Form / Dauer / ggf. Inhalt:						
Modulprüfung bestehend aus:	Zur gewählten Vorlesung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (20-30 min)						
Zugehörige Lehrveranstaltungen:							
	Typ	SWS	Semester (empfohlen)				CP
			1	2	3	4	
Diskrete Konvexgeometrie II	Vorlesung	2		*	*	*	2
Diskrete Konvexgeometrie II	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Algebraische und geometrische Kombinatorik II	Vorlesung	2		*	*	*	2
Algebraische und geometrische Kombinatorik II	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Kombinatorische kommutative Algebra II	Vorlesung	2		*	*	*	2
Kombinatorische kommutative Algebra II	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Bewertungen	Vorlesung	2		*	*	*	2
Bewertungen	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Konvex-algebraische Geometrie	Vorlesung	2		*	*	*	2
Konvex-algebraische Geometrie	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Triangulierungen	Vorlesung	2		*	*	*	2
Triangulierungen	Übung	1		*	*	*	3
Summe		3					5

MaM-DS-gs	Dynamische Systeme		Wahlpflicht				
	Gebiet: Dynamische Systeme						
CP: 13	Kontaktstudium: 120h (4CP)	Selbststudium: 270h (9CP)	SWS: 8				
Inhalte:							
<i>Dynamische Systeme:</i> Invariante Mengen, Konjugation, wandernde und nicht-wandernde Punkte, ω -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.							
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen:							
—							
Empfohlene Voraussetzungen:							
BaM-DGDS							
Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich):		Master Mathematik / FB 12					
Verfügbarkeit des Moduls für andere Studiengänge:		—					
Häufigkeit des Angebots:		zweijährlich					
Dauer des Moduls:		zweisemestrig					
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter:		Siehe Homepage des Prüfungsamts					
Studiennachweise / ggf. als Prüfungsvorleistungen:							
Teilnahmenachweis:		—					
Leistungsnachweis:		—					
Lehr- / Lernform:		Vorlesung mit Übung; Seminar					
Unterrichts-/Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch					
Modulprüfung:		Form / Dauer / ggf. Inhalt:					
Modulprüfung bestehend aus:		Zur Vorlesung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (20-30 min); Seminar: Referat (90 min), oder Referat (60 min) und schriftliche Ausarbeitung					
Zugehörige Lehrveranstaltungen:							
	Typ	SWS	Semester (empfohlen)				CP
			1	2	3	4	
Dynamische Systeme	Vorlesung	4	*	*	*		4
Dynamische Systeme	Übung	2	*	*	*		5
<i>und</i>							
Seminar	Seminar	2		*	*	*	4
Summe		8					13

MaM-DS-k	Dynamische Systeme		Wahlpflicht				
	Gebiet: Dynamische Systeme						
CP: 5	Kontaktstudium: 45h (1,5CP)	Selbststudium: 105h (3,5CP)	SWS: 3				
Inhalte:							
<p><i>Zufällige dynamische Systeme:</i> Erzeugung, Kozykel, Schiefprodukt-Fluss über messbarem System, zufällige Mengen, zufällige Attraktoren, invariante Maße, Zusammenhang Schiefprodukt und Markov-Halbgruppe.</p> <p><i>oder Ergodentheorie:</i> Ergodensätze, maßtheoretische und topologische Entropie, Konjugiertheit, Invarianten.</p> <p><i>oder Lyapunov-Exponenten und Entropie:</i> invariante Maße für Diffeomorphismen, Lyapunov-Exponenten, Entropie, SRB-Maße.</p> <p><i>oder Lineare und nichtlineare einparametrische Halbgruppen:</i> siehe Seite 26.</p>							
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.							
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen:							
—							
Empfohlene Voraussetzungen:							
—							
Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich):		Master Mathematik / FB 12					
Verfügbarkeit des Moduls für andere Studiengänge:		—					
Häufigkeit des Angebots:		zweijährlich					
Dauer des Moduls:		einsemestrig					
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter:		Siehe Homepage des Prüfungsamts					
Studiennachweise / ggf. als Prüfungsvorleistungen:							
Teilnahmenachweis:		—					
Leistungsnachweis:		—					
Lehr- / Lernform:		Vorlesung mit Übung					
Unterrichts-/Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch					
Modulprüfung:		Form / Dauer / ggf. Inhalt:					
Modulprüfung bestehend aus:		Zur gewählten Vorlesung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (20-30 min)					
Zugehörige Lehrveranstaltungen:							
	Typ	SWS	Semester (empfohlen)				CP
			1	2	3	4	
Zufällige dynamische Systeme	Vorlesung	2		*	*	*	2
Zufällige dynamische Systeme	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Ergodentheorie	Vorlesung	2		*	*	*	2
Ergodentheorie	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Lyapunov-Exponenten und Entropie	Vorlesung	2		*	*	*	2

Lyapunov-Exponenten und Entropie	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Lin. und nichtlin. einparametrische Halbgruppen	Vorlesung	2		*	*	*	2
Lin. und nichtlin. einparametrische Halbgruppen	Übung	1		*	*	*	3
Summe		3					5

MaM-FDAM-gs	Fortgeschrittene Diskrete und Algorithmische Mathematik		Wahlpflicht
	Gebiet: Fortgeschrittene Diskrete und Algorithmische Mathematik		
CP: 13	Kontaktstudium: 120h (4CP)	Selbststudium: 270h (9CP)	SWS: 8
Inhalte:			
<p><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.</p> <p><i>oder Diskrete und konvexe Geometrie:</i> Konvexität, Modelle der diskreten und konvexen Geometrie (Polytope, Polyeder, Punktkonfigurationen, Gitter, Gitterpunkte in Polytopen), algorithmische Fragestellungen.</p> <p><i>oder Kryptographie:</i> Diskrete Logarithmus Protokolle, Identifikation, Signaturen, Public Key Kryptographie, Sicherheitsmodelle, Elliptische Kurven, Sicherheitsbeweise.</p> <p><i>oder (Lineare und kombinatorische) Optimierung:</i> Geometrische Grundlagen der Optimierung, lineare Optimierung, Dualitätstheorie, Optimierungsalgorithmen, kombinatorische Aufgabenstellungen, ganzzahlige Probleme, Graphenprobleme, Optimierungsmodelle der Spieltheorie.</p> <p><i>oder Semialgebraische Geometrie und Optimierung:</i> Nichtnegativität von Polynomen und Optimierung, Summen von Quadraten, Positivstellensätze, Hilberts 17. Problem, polynomiale Optimierungsprobleme, algorithmische Relaxationen von Lasserre und Parrilo, Relaxationen mittels Summen nichtnegativer Kreispolynome, Θ-Körper.</p> <p><i>oder Konvexe Optimierung:</i> Konische Optimierungsprobleme, Innere-Punkte-Verfahren, semidefinite Optimierung, SDP-basierte Approximationsalgorithmen, konisch-quadratische Optimierung, geometrische Programmierung, Exponentialkegel, relative Entropieoptimierung, Anwendung im Compressed Sensing.</p> <p><i>oder Tropische Geometrie:</i> Der tropische Semiring $(R, \max, +)$, tropische Hyperebenen, geometrische Kombinatorik, kombinatorische tropische Geometrie, tropische Varietäten, tropische Basen, Anwendungen der tropischen Geometrie.</p>			
Qualifikationsziele und Kompetenzen:			
Die Studierenden haben fortgeschrittene Arbeitstechniken der diskreten bzw. algorithmischen Mathematik erlernt.			
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen:			
—			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Kenntnisse aus BaM-DAM			
Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich):	Master Mathematik / FB 12		
Verfügbarkeit des Moduls für andere Studiengänge:	—		
Häufigkeit des Angebots:	zweijährlich		
Dauer des Moduls:	zweisemestrig		
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter:	Siehe Homepage des Prüfungsamts		
Studiennachweise / ggf. als Prüfungsvorleistungen:			
Teilnahmenachweis:	—		

Leistungsnachweis:	—						
Lehr- / Lernform:	Vorlesung mit Übung; Seminar						
Unterrichts-/Prüfungssprache:	Deutsch oder Englisch						
Modulprüfung:	Form / Dauer / ggf. Inhalt:						
Modulprüfung bestehend aus:	Zur gewählten Vorlesung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (20-30 min); Seminar: Referat (90 min), oder Referat (60 min) und schriftliche Ausarbeitung						
Zugehörige Lehrveranstaltungen:							
	Typ	SWS	Semester (empfohlen)				CP
			1	2	3	4	
Symbolisches Rechnen und Gröbnerbasen	Vorlesung	4	*	*	*		4
Symbolisches Rechnen und Gröbnerbasen	Übung	2	*	*	*		5
<i>oder</i>							
Diskrete und konvexe Geometrie	Vorlesung	4	*	*	*		4
Diskrete und konvexe Geometrie	Übung	2	*	*	*		5
<i>oder</i>							
Kryptographie	Vorlesung	4	*	*	*		4
Kryptographie	Übung	2	*	*	*		5
<i>oder</i>							
(Lineare und kombinatorische) Optimierung	Vorlesung	4	*	*	*		4
(Lineare und kombinatorische) Optimierung	Übung	2	*	*	*		5
<i>oder</i>							
Semialgebraische Geometrie und Optimierung	Vorlesung	4	*	*	*		4
Semialgebraische Geometrie und Optimierung	Übung	2	*	*	*		5
<i>oder</i>							
Konvexe Optimierung	Vorlesung	4	*	*	*		4
Konvexe Optimierung	Übung	2	*	*	*		5
<i>oder</i>							
Tropische Geometrie	Vorlesung	4	*	*	*		4
Tropische Geometrie	Übung	2	*	*	*		5
<i>und</i>							
Seminar	Seminar	2		*	*	*	4
Summe		8					13

MaM-FDAM-k	Fortgeschrittene Diskrete und Algorithmische Mathematik		Wahlpflicht
	Gebiet: Fortgeschrittene Diskrete und Algorithmische Mathematik		
CP: 5	Kontaktstudium: 45h (1,5CP)	Selbststudium: 105h (3,5CP)	SWS: 3
Inhalte:			
<p><i>Semidefnite Optimierung:</i> Konische Optimierungsprobleme, semidefnite Optimierungsprobleme, SDP- basierte Approximationsalgorithmen, Innere-Punkte-Verfahren, SDP und Summen von Quadraten, SDP- basierte Relaxationen.</p> <p><i>oder Konvexe Optimierung:</i> Konvexe Optimierung und Dualität, Konische Optimierung, Innere-Punkte- Methoden für konvexe Optimierungsprobleme, selbstkonkordante Funktionen, Komplexität, konvexe Opti- mierung im maschinellen Lernen, Techniken der Large-Scale Optimierung, geometrische Probleme, Projek- tionen, konvexe Relaxationen kombinatorischer Optimierungsprobleme.</p> <p><i>oder Polynomiale und semialgebraische Optimierung:</i> Momentenmethode, Positivstellensätze, positive Poly- nome und Optimierung, Dualität, Struktur von Polynomkegeln, LP-Relaxationen, semidefnite Relaxationen, geometrische Programmierung.</p> <p><i>oder Polynome:</i> Nullstellen von Polynomen, Geometrie und Kombinatorik von Polynomen, stabile Polynome, Geometrie und Kombinatorik von Amöben, algorithmische Methoden.</p> <p><i>oder Spektraeder:</i> Geometrie und Kombinatorik von Spektraedern, Polytope und Spektraeder, Geometrie se- midefniter Programme, Dualität, Projektionen von Spektraedern.</p> <p><i>oder Diskrete und konvexe Geometrie 2:</i> Fortgeschrittene und aktuelle Themen zur diskreten und konvexen Geometrie und ihren Anwendungen.</p> <p><i>oder Mathematische Spieltheorie:</i> strategische Spiele, Nash-Gleichgewichte, Bimatrixspiele, n-Personen-Spiele, extensive Spiele, kooperative Modelle, algorithmische Aspekte.</p> <p><i>oder Gitter und Kryptographie:</i> Gitter, quadratische Formen und ihre Anwendungen, NP-harte Gitterproble- me, Algorithmen zur Gitterbasenreduktion, Anwendungen der Gitterbasenreduktion.</p> <p><i>oder Ganzzahlige Punkte in Polyedern:</i> Gitter, quadratische Formen und ihre Anwendungen, NP-harte Git- terprobleme, Algorithmen zur Gitterbasenreduktion, Anwendungen der Gitterbasenreduktion.</p>			
Qualifikationsziele und Kompetenzen:			
Die Studierenden sind an aktuelle, forschungsorientierte Themen der diskreten bzw. algorithmischen Mathe- matik herangeführt worden.			
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen:			
—			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Kenntnisse aus BaM-DAM			
Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich):		Master Mathematik / FB 12	
Verfügbarkeit des Moduls für andere Studiengänge:		—	
Häufigkeit des Angebots:		zweijährlich	
Dauer des Moduls:		einsemestrig	
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter:		Siehe Homepage des Prüfungsamts	
Studiennachweise / ggf. als Prüfungsvorleistungen:			

Teilnahmenachweis:	—						
Leistungsnachweis:	—						
Lehr- / Lernform:	Vorlesung mit Übung						
Unterrichts-/Prüfungssprache:	Deutsch oder Englisch						
Modulprüfung:	Form / Dauer / ggf. Inhalt:						
Modulprüfung bestehend aus:	Zur gewählten Vorlesung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (20-30 min)						
Zugehörige Lehrveranstaltungen:							
	Typ	SWS	Semester (empfohlen)				CP
			1	2	3	4	
Semidefinite Optimierung	Vorlesung	2		*	*	*	2
Semidefinite Optimierung	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Polynomiale und semialgebraische Optimierung	Vorlesung	2		*	*	*	2
Polynomiale und semialgebraische Optimierung	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Polynome	Vorlesung	2		*	*	*	2
Polynome	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Spektraeder	Vorlesung	2		*	*	*	2
Spektraeder	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Diskrete und konvexe Geometrie 2	Vorlesung	2		*	*	*	2
Diskrete und konvexe Geometrie 2	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Mathematische Spieltheorie	Vorlesung	2		*	*	*	2
Mathematische Spieltheorie	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Gitter und Kryptographie	Vorlesung	2		*	*	*	2
Gitter und Kryptographie	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Ganzzahlige Punkte in Polyedern	Vorlesung	2		*	*	*	2
Ganzzahlige Punkte in Polyedern	Übung	1		*	*	*	3
Summe		3					5

MaM-FFA-gs	Fortgeschrittene Funktionalanalysis		Wahlpflicht				
	Gebiet: Fortgeschrittene Funktionalanalysis						
CP: 13	Kontaktstudium: 120h (4CP)	Selbststudium: 270h (9CP)	SWS: 8				
Inhalte:							
<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, Fredholmoperatoren, 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.							
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen:							
—							
Empfohlene Voraussetzungen:							
—							
Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich):		Master Mathematik / FB 12					
Verfügbarkeit des Moduls für andere Studiengänge:		—					
Häufigkeit des Angebots:		zweijährlich					
Dauer des Moduls:		zweisemestrig					
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter:		Siehe Homepage des Prüfungsamts					
Studiennachweise / ggf. als Prüfungsvorleistungen:							
Teilnahmenachweis:		—					
Leistungsnachweis:		—					
Lehr- / Lernform:		Vorlesung mit Übung; Seminar					
Unterrichts-/Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch					
Modulprüfung:		Form / Dauer / ggf. Inhalt:					
Modulprüfung bestehend aus:		Zur Vorlesung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (20-30 min); Seminar: Referat (90 min), oder Referat (60 min) und schriftliche Ausarbeitung					
Zugehörige Lehrveranstaltungen:							
	Typ	SWS	Semester (empfohlen)				CP
			1	2	3	4	
Lineare Funktionalanalysis	Vorlesung	4	*	*	*		4
Lineare Funktionalanalysis	Übung	2	*	*	*		5
<i>und</i>							
Seminar	Seminar	2		*	*	*	4
Summe		8					13

MaM-FFA-k	Fortgeschrittene Funktionalanalysis		Wahlpflicht
	Gebiet: Fortgeschrittene Funktionalanalysis		
CP: 5	Kontaktstudium: 45h (1,5CP)	Selbststudium: 105h (3,5CP)	SWS: 3
Inhalte:			
<p><i>Ergänzungen zur linearen Funktionalanalysis:</i> Auswahl folgender Themengebiete in Ergänzung zur Vorlesung ‘Lineare Funktionalanalysis’: Invertibilität und Spektrum, Spektraltheorie kompakter Operatoren, Radon- maße und der Darstellungssatz von Riesz, Satz von Stone-Weierstraß, Fouriertransformation, Schwartzraum und temperierte Distributionen, Sobolevräume, Fredholmoperatoren, stetiger und messbarer Funktionalkül, Spektralsatz für selbstadjungierte Operatoren.</p> <p><i>oder Abbildungsgrad und Fixpunktsätze für nichtlineare Operatoren:</i> Abbildungsgrad von Brouwer, Leray-Schauder-Abbildungsgrad, Fixpunktsätze, Anwendungen auf Randwertprobleme für Differentialgleichungen.</p> <p><i>oder Theorie kritischer Punkte für Variationsprobleme:</i> Differenzierbarkeitseigenschaften nichtlinearer Operatoren, Gradientenfluss und Deformation von Subniveaumengen, Existenzsätze für kritische Punkte und Anwendungen.</p> <p><i>oder Lineare und nichtlineare einparametrische Halbgruppen:</i> Banachraumwertige Integrale, dissipative Operatoren, stark stetige Halbgruppen, lineare und nichtlineare Evolutionsgleichungen.</p> <p><i>oder Distributionentheorie:</i> Allgemeine Distributionen und elementare Eigenschaften, Hauptwertintegrale, Distributionen mit kompakten Träger, homogene Distributionen, Faltung von Distributionen, Fouriertransformation, Schwartzraum und temperierte Distributionen, Fundamentallösungen.</p> <p><i>oder Funktionen beschränkter Variation:</i> Funktionen beschränkter Variation in einer Variable, Riemann-Stieltjes-Integral, Funktionen beschränkter Variation in mehreren Variablen, Perimeter, Isoperimetrische Ungleichung.</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.			
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen:			
—			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Kenntnisse aus der Lehrveranstaltung <i>Lineare Funktionalanalysis</i> , siehe Seite 25.			
Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich):	Master Mathematik / FB 12		
Verfügbarkeit des Moduls für andere Studiengänge:	—		
Häufigkeit des Angebots:	zweijährlich		
Dauer des Moduls:	einsemestrig		
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter:	Siehe Homepage des Prüfungsamts		
Studiennachweise / ggf. als Prüfungsvorleistungen:			
Teilnahmenachweis:	—		
Leistungsnachweis:	—		
Lehr- / Lernform:	Vorlesung mit Übung		

Unterrichts-/Prüfungssprache:	Deutsch oder Englisch						
Modulprüfung:	Form / Dauer / ggf. Inhalt:						
Modulprüfung bestehend aus:	Zur gewählten Vorlesung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (20-30 min)						
Zugehörige Lehrveranstaltungen:							
	Typ	SWS	Semester (empfohlen)				CP
			1	2	3	4	
Ergänzungen zur linearen Funktionalanalysis	Vorlesung	2		*	*	*	2
Ergänzungen zur linearen Funktionalanalysis	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Abb.-grad und Fixpunktsätze für nichtlin. Op.	Vorlesung	2		*	*	*	2
Abb.-grad und Fixpunktsätze für nichtlin. Op.	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Theorie kritischer Punkte für Variationsprobleme	Vorlesung	2		*	*	*	2
Theorie kritischer Punkte für Variationsprobleme	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Lin. und nichtlin. einparametrische Halbgruppen	Vorlesung	2		*	*	*	2
Lin. und nichtlin. einparametrische Halbgruppen	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Distributionentheorie	Vorlesung	2		*	*	*	2
Distributionentheorie	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Funktionen beschränkter Variation	Vorlesung	2		*	*	*	2
Funktionen beschränkter Variation	Übung	1		*	*	*	3
Summe		3					5

MaM-FN-gs	Fortgeschrittene Numerik			Wahlpflicht			
	Gebiet: Fortgeschrittene Numerik						
CP: 13	Kontaktstudium: 120h (4CP)	Selbststudium: 270h (9CP)	SWS: 8				
Inhalte:							
<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>oder 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>oder 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.							
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen:							
—							
Empfohlene Voraussetzungen:							
—							
Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich):		Master Mathematik / FB 12					
Verfügbarkeit des Moduls für andere Studiengänge:		—					
Häufigkeit des Angebots:		zweijährlich					
Dauer des Moduls:		zweisemestrig					
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter:		Siehe Homepage des Prüfungsamts					
Studiennachweise / ggf. als Prüfungsvorleistungen:							
Teilnahmenachweis:		—					
Leistungsnachweis:		—					
Lehr- / Lernform:		Vorlesung mit Übung; Seminar					
Unterrichts-/Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch					
Modulprüfung:		Form / Dauer / ggf. Inhalt:					
Modulprüfung bestehend aus:		Zur gewählten Vorlesung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (20-30 min); Seminar: Referat (90 min), oder Referat (60 min) und schriftliche Ausarbeitung					
Zugehörige Lehrveranstaltungen:							
		Typ	SWS	Semester (empfohlen)		CP	
				1	2	3	4

Numerik von Differentialgleichungen	Vorlesung	4	*	*	*		4
Numerik von Differentialgleichungen	Übung	2	*	*	*		5
<i>oder</i>							
Optimierung und inverse Probleme	Vorlesung	4	*	*	*		4
Optimierung und inverse Probleme	Übung	2	*	*	*		5
<i>oder</i>							
Numerische Dynamik	Vorlesung	4	*	*	*		4
Numerische Dynamik	Übung	2	*	*	*		5
<i>und</i>							
Seminar	Seminar	2		*	*	*	4
Summe		8					13

MaM-FN-k	Fortgeschrittene Numerik		Wahlpflicht
	Gebiet: Fortgeschrittene Numerik		
CP: 5	Kontaktstudium: 45h (1,5CP)	Selbststudium: 105h (3,5CP)	SWS: 3
Inhalte:			
<p><i>Numerik partieller Differentialgleichungen:</i> Numerische Lösung partieller Differentialgleichungen (z.B. Finite-Differenzen-, Finite-Elemente- und Finite-Volumen-Verfahren, Linienmethoden).</p> <p><i>oder 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).</p> <p><i>oder Stochastische Numerik:</i> Herleitung konsistenter Methoden höherer Ordnung für stochastische Differentialgleichungen mit Hilfe der stochastischen Taylor-Entwicklung sowie deren Implementierung.</p> <p><i>oder 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.</p> <p><i>oder 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 numerische Konzepte kennen. Sie lernen, numerische Algorithmen zu entwickeln, mathematisch zu analysieren, computergestützt zu implementieren und auf konkrete Probleme anzuwenden.			
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen:			
—			
Empfohlene Voraussetzungen:			
—			
Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich):	Master Mathematik / FB 12		
Verfügbarkeit des Moduls für andere Studiengänge:	—		
Häufigkeit des Angebots:	zweijährlich		
Dauer des Moduls:	einsemestrig		
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter:	Siehe Homepage des Prüfungsamts		
Studiennachweise / ggf. als Prüfungsvorleistungen:			
Teilnahmenachweis:	—		
Leistungsnachweis:	—		
Lehr- / Lernform:	Vorlesung mit Übung		
Unterrichts-/Prüfungssprache:	Deutsch oder Englisch		
Modulprüfung:	Form / Dauer / ggf. Inhalt:		
Modulprüfung bestehend aus:	Zur gewählten Vorlesung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (20-30 min)		
Zugehörige Lehrveranstaltungen:			
	Typ	SWS	Semester (empfohlen) CP

			1	2	3	4	
Numerik partieller Differentialgleichungen	Vorlesung	2		*	*	*	2
Numerik partieller Differentialgleichungen	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Fort. Optimierung und inverse Probleme	Vorlesung	2		*	*	*	2
Fort. Optimierung und inverse Probleme	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Stochastische Numerik	Vorlesung	2		*	*	*	2
Stochastische Numerik	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Quadraturverfahren	Vorlesung	2		*	*	*	2
Quadraturverfahren	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Monte-Carlo-Verfahren	Vorlesung	2		*	*	*	2
Monte-Carlo-Verfahren	Übung	1		*	*	*	3
Summe		3					5

MaM-FNFM-gs	Fortgeschrittene numerische Finanzmathematik		Wahlpflicht				
	Gebiet: Fortgeschrittene numerische Finanzmathematik						
CP: 13	Kontaktstudium: 120h (4CP)	Selbststudium: 270h (9CP)	SWS: 8				
Inhalte:							
<i>Computational Finance</i> : Finanzderivate, stochastische Marktmodelle, grundlegende Bewertungsverfahren, geschlossene Bewertungsformeln, Baumverfahren, Simulationsverfahren, PDE-basierte Verfahren.							
Qualifikationsziele und Kompetenzen:							
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.							
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen:							
—							
Empfohlene Voraussetzungen:							
—							
Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich):		Master Mathematik / FB 12					
Verfügbarkeit des Moduls für andere Studiengänge:		—					
Häufigkeit des Angebots:		zweijährlich					
Dauer des Moduls:		zweisemestrig					
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter:		Siehe Homepage des Prüfungsamts					
Studiennachweise / ggf. als Prüfungsvorleistungen:							
Teilnahmenachweis:		—					
Leistungsnachweis:		—					
Lehr- / Lernform:		Vorlesung mit Übung; Seminar					
Unterrichts-/Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch					
Modulprüfung:		Form / Dauer / ggf. Inhalt:					
Modulprüfung bestehend aus:		Zur Vorlesung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (20-30 min); Seminar: Referat (90 min), oder Referat (60 min) und schriftliche Ausarbeitung					
Zugehörige Lehrveranstaltungen:							
	Typ	SWS	Semester (empfohlen)				CP
			1	2	3	4	
Computational Finance	Vorlesung	4	*	*	*		4
Computational Finance	Übung	2	*	*	*		5
<i>und</i>							
Seminar	Seminar	2		*	*		4
Summe		8					13

MaM-FNFM-k	Fortgeschrittene numerische Finanzmathematik		Wahlpflicht
	Gebiet: Fortgeschrittene numerische Finanzmathematik		
CP: 5	Kontaktstudium: 45h (1,5CP)	Selbststudium: 105h (3,5CP)	SWS: 3
Inhalte:			
<p><i>Computational Finance 2:</i> Baumverfahren, Simulationsverfahren und PDE-basierte Verfahren für spezielle Optionen, vorzeitiges Ausüben, Parameterschätzung und Kalibrierung.</p> <p><i>oder Stochastische Numerik:</i> Diskretisierung stochastischer Differentialgleichungen, starke und schwache Konvergenz, Euler-Maruyama-Verfahren, Milstein-Verfahren, stochastische Taylor-Entwicklungen, Herleitung von Verfahren höherer Ordnung.</p> <p><i>oder Quadraturverfahren:</i> Eindimensionale Quadraturformeln: Riemann-Summen, Newton-Cotes-Formeln, Gauß-Quadratur, zusammengesetzte Quadraturformeln; mehrdimensionale Quadraturformeln: Produktformeln, Polynomiale Formeln, Dünne Gitter.</p> <p><i>oder Monte Carlo-Verfahren:</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><i>oder Wavelets:</i> Hilberträume, kontinuierliche und diskrete Wavelet-Transformation, Multiskalenanalyse, Spline-Wavelets, Battle-Lemarie-Wavelets, Filter-Bank-Algorithmus, biorthogonale Wavelets, Lifting-Schema, Frames.</p>			
Qualifikationsziele und Kompetenzen:			
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.			
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen:			
—			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Computational Finance für Computational Finance 2			
Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich):	Master Mathematik / FB 12		
Verfügbarkeit des Moduls für andere Studiengänge:	—		
Häufigkeit des Angebots:	zweijährlich		
Dauer des Moduls:	einsemestrig		
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter:	Siehe Homepage des Prüfungsamts		
Studiennachweise / ggf. als Prüfungsvorleistungen:			
Teilnahmenachweis:	—		
Leistungsnachweis:	—		
Lehr- / Lernform:	Vorlesung mit Übung		
Unterrichts-/Prüfungssprache:	Deutsch oder Englisch		
Modulprüfung:	Form / Dauer / ggf. Inhalt:		

Modulprüfung bestehend aus:	Zur gewählten Vorlesung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (20-30 min)						
Zugehörige Lehrveranstaltungen:							
	Typ	SWS	Semester (empfohlen)				CP
			1	2	3	4	
Computational Finance 2	Vorlesung	2	*	*	*		2
Computational Finance 2	Übung	1	*	*	*		3
<i>oder</i>							
Stochastische Numerik	Vorlesung	2	*	*	*		2
Stochastische Numerik	Übung	1	*	*	*		3
<i>oder</i>							
Quadraturverfahren	Vorlesung	2	*	*	*		2
Quadraturverfahren	Übung	1	*	*	*		3
<i>oder</i>							
Monte-Carlo-Verfahren	Vorlesung	2	*	*	*		2
Monte-Carlo-Verfahren	Übung	1	*	*	*		3
<i>oder</i>							
Wavelets	Vorlesung	2	*	*	*		2
Wavelets	Übung	1	*	*	*		3
Summe		3					5

MaM-FPD-gs	Fortgeschrittene partielle Differentialgleichungen		Wahlpflicht				
	Gebiet: Fortgeschrittene partielle Differentialgleichungen						
CP: 13	Kontaktstudium: 120h (4CP)	Selbststudium: 270h (9CP)	SWS: 8				
Inhalte:							
<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. 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.							
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen:							
—							
Empfohlene Voraussetzungen:							
—							
Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich):		Master Mathematik / FB 12					
Verfügbarkeit des Moduls für andere Studiengänge:		—					
Häufigkeit des Angebots:		zweijährlich					
Dauer des Moduls:		zweisemestrig					
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter:		Siehe Homepage des Prüfungsamts					
Studiennachweise / ggf. als Prüfungsvorleistungen:							
Teilnahmenachweis:		—					
Leistungsnachweis:		—					
Lehr- / Lernform:		Vorlesung mit Übung; Seminar					
Unterrichts-/Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch					
Modulprüfung:		Form / Dauer / ggf. Inhalt:					
Modulprüfung bestehend aus:		Zur Vorlesung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (20-30 min); Seminar: Referat (90 min), oder Referat (60 min) und schriftliche Ausarbeitung					
Zugehörige Lehrveranstaltungen:							
	Typ	SWS	Semester (empfohlen)				CP
			1	2	3	4	
Lineare Funktionalanalysis	Vorlesung	4	*	*	*		4
Lineare Funktionalanalysis	Übung	2	*	*	*		5
<i>und</i>							
Seminar	Seminar	2		*	*	*	4
Summe		8					13

MaM-FPD-k	Fortgeschrittene partielle Differentialgleichungen		Wahlpflicht					
	Gebiet: Fortgeschrittene partielle Differentialgleichungen							
CP: 5	Kontaktstudium: 45h (1,5CP)	Selbststudium: 105h (3,5CP)	SWS: 3					
Inhalte:								
<p><i>Nichtlineare partielle Differentialgleichungen erster Ordnung:</i> Vollständige Integrale, Charakteristiken, Hamilton-Jacobi-Gleichungen, hyperbolische Erhaltungsgleichungen.</p> <p><i>oder Nichtlineare Partielle Differentialgleichungen zweiter Ordnung:</i> nichtlineare Randwertprobleme, variationelle und topologische Methoden, Regularität schwacher Lösungen.</p> <p><i>oder Distributionentheorie:</i> Allgemeine Distributionen und elementare Eigenschaften, Hauptwertintegrale, Distributionen mit kompakten Träger, homogene Distributionen, Faltung von Distributionen, Fouriertransformation, Schwartzraum und temperierte Distributionen, Fundamentallösungen.</p> <p><i>oder Funktionen beschränkter Variation:</i> Funktionen beschränkter Variation in einer Variable, Riemann-Stieltjes-Integral, Funktionen beschränkter Variation in mehreren Variablen, Perimeter, Isoperimetrische Ungleichung.</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.								
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen:								
—								
Empfohlene Voraussetzungen:								
Kenntnisse aus der Lehrveranstaltung <i>Lineare partielle Differentialgleichungen</i> , siehe Seite 35.								
Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich):		Master Mathematik / FB 12						
Verfügbarkeit des Moduls für andere Studiengänge:		—						
Häufigkeit des Angebots:		zweijährlich						
Dauer des Moduls:		einsemestrig						
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter:		Siehe Homepage des Prüfungsamts						
Studiennachweise / ggf. als Prüfungsvorleistungen:								
Teilnahmenachweis:		—						
Leistungsnachweis:		—						
Lehr- / Lernform:		Vorlesung mit Übung						
Unterrichts-/Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch						
Modulprüfung:		Form / Dauer / ggf. Inhalt:						
Modulprüfung bestehend aus:		Zur gewählten Vorlesung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (20-30 min)						
Zugehörige Lehrveranstaltungen:								
		Typ	SWS	Semester (empfohlen)				CP
				1	2	3	4	

Nichtlin. partielle Differentialgleichungen 1. Ord.	Vorlesung	2		*	*	*	2
Nichtlin. partielle Differentialgleichungen 1. Ord.	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Nichtlin. partielle Differentialgleichungen 2. Ord.	Vorlesung	2		*	*	*	2
Nichtlin. partielle Differentialgleichungen 2. Ord.	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Distributionentheorie	Vorlesung	2		*	*	*	2
Distributionentheorie	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Funktionen beschränkter Variation	Vorlesung	2		*	*	*	2
Funktionen beschränkter Variation	Übung	1		*	*	*	3
Summe		3					5

MaM-GA-gs	Geometrische Analysis		Wahlpflicht				
	Gebiet: Geometrische Analysis und Differentialgeometrie						
CP: 13	Kontaktstudium: 120h (4CP)	Selbststudium: 270h (9CP)	SWS: 8				
Inhalte:							
<p><i>Analysis auf Mannigfaltigkeiten:</i> Differenzierbare Mannigfaltigkeiten, Satz von Stokes, de Rham-Kohomologie, Laplaceoperator, Hodgetheorie, Wärmeleitungsgleichung, Konstruktion des Wärmeleitungskerns.</p> <p><i>oder Darstellungen kompakter Liegruppen:</i> Liegruppen, Liealgebren, Darstellungen von Liegruppen und Liealgebren, maximale Tori, Satz von Peter-Weyl, Weylgruppe, Weyls Charakterformel.</p>							
Qualifikationsziele und Kompetenzen:							
Die Studierenden lernen fortgeschrittener Arbeitstechniken und werden an aktuelle, forschungsorientierte Themen der Geometrischen Analysis herangeführt.							
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen:							
—							
Empfohlene Voraussetzungen:							
—							
Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich):		Master Mathematik / FB 12					
Verfügbarkeit des Moduls für andere Studiengänge:		—					
Häufigkeit des Angebots:		zweijährlich					
Dauer des Moduls:		zweisemestrig					
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter:		Siehe Homepage des Prüfungsamts					
Studiennachweise / ggf. als Prüfungsvorleistungen:							
Teilnahmenachweis:		—					
Leistungsnachweis:		—					
Lehr- / Lernform:		Vorlesung mit Übung; Seminar					
Unterrichts-/Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch					
Modulprüfung:		Form / Dauer / ggf. Inhalt:					
Modulprüfung bestehend aus:		Zur gewählten Vorlesung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (20-30 min); Seminar: Referat (90 min), oder Referat (60 min) und schriftliche Ausarbeitung					
Zugehörige Lehrveranstaltungen:							
	Typ	SWS	Semester (empfohlen)				CP
			1	2	3	4	
Analysis auf Mannigfaltigkeiten	Vorlesung	4	*	*	*		4
Analysis auf Mannigfaltigkeiten	Übung	2	*	*	*		5
<i>oder</i>							
Darstellungen kompakter Liegruppen	Vorlesung	4	*	*	*		4
Darstellungen kompakter Liegruppen	Übung	2	*	*	*		5
<i>und</i>							
Seminar	Seminar	2		*	*	*	4

Summe		8					13
-------	--	---	--	--	--	--	----

MaM-GA-k	Geometrische Analysis			Wahlpflicht				
	Gebiet: Geometrische Analysis und Differentialgeometrie							
CP: 5	Kontaktstudium: 45h (1,5CP)		Selbststudium: 105h (3,5CP)		SWS: 3			
Inhalte:								
<p><i>Minimalflächen:</i> Erste und zweite Variation, Satz von Bernstein, Krümmungsabschätzungen, Plateau Problem.</p> <p><i>oder Geometrische Maßtheorie:</i> Differentialformen, Ströme, Schnitte von normalen Strömen, rektifizierbare Ströme, Deformationssatz, Federer-Fleming-Kompaktheitssatz, Varifaltigkeiten.</p> <p><i>oder Allgemeine Relativitätstheorie:</i> Semi-Riemannsche Geometrie, Lorentz-Transformationen, Bewegung im Gravitationsfeld, Einsteinsche Feldgleichungen, Schwarzschild-Metrik, Schwarze Löcher, Penrose Ungleichung.</p> <p><i>oder Liegruppen:</i> Liegruppen und Liealgebren, Exponentialabbildung, Klassische Matrixgruppen, Cliffordalgebren und Spingruppen, Kompakte Liegruppen.</p> <p><i>oder Geometrische Ungleichungen:</i> Brunn-Minkowski-Ungleichung, Steinersymmetrisierung, Isoperimetrische Ungleichung, Alexandrov-Fenchel-Ungleichung, Blaschke-Santaló-Ungleichung, Mahlervermutung.</p> <p><i>oder Distributionentheorie:</i> Allgemeine Distributionen und elementare Eigenschaften, Hauptwertintegrale, Distributionen mit kompakten Träger, homogene Distributionen, Faltung von Distributionen, Fouriertransformation, Schwartzraum und temperierte Distributionen, Fundamentallösungen.</p>								
Qualifikationsziele und Kompetenzen:								
Die Studierenden haben die Kenntnisse in Geometrischer Analysis vertieft.								
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen:								
—								
Empfohlene Voraussetzungen:								
—								
Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich):			Master Mathematik / FB 12					
Verfügbarkeit des Moduls für andere Studiengänge:			—					
Häufigkeit des Angebots:			zweijährlich					
Dauer des Moduls:			einsemestrig					
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter:			Siehe Homepage des Prüfungsamts					
Studiennachweise / ggf. als Prüfungsvorleistungen:								
Teilnahmenachweis:			—					
Leistungsnachweis:			—					
Lehr- / Lernform:			Vorlesung mit Übung					
Unterrichts-/Prüfungssprache:			Deutsch oder Englisch					
Modulprüfung:			Form / Dauer / ggf. Inhalt:					
Modulprüfung bestehend aus:			Zur gewählten Vorlesung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (20-30 min)					
Zugehörige Lehrveranstaltungen:								
		Typ	SWS	Semester (empfohlen)				CP
				1	2	3	4	

Minimalflächen	Vorlesung	2		*	*	*	2
Minimalflächen	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Geometrische Maßtheorie	Vorlesung	2		*	*	*	2
Geometrische Maßtheorie	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Allgemeine Relativitätstheorie	Vorlesung	2		*	*	*	2
Allgemeine Relativitätstheorie	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Liegruppen	Vorlesung	2		*	*	*	2
Liegruppen	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Geometrische Ungleichungen	Vorlesung	2		*	*	*	2
Geometrische Ungleichungen	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Distributionentheorie	Vorlesung	2		*	*	*	2
Distributionentheorie	Übung	1		*	*	*	3
Summe		3					5

MaM-HDG-gs	Höhere Differentialgeometrie		Wahlpflicht				
	Gebiet: Geometrische Analysis und Differentialgeometrie						
CP: 13	Kontaktstudium: 120h (4CP)	Selbststudium: 270h (9CP)	SWS: 8				
Inhalte:							
<p><i>Riemannsche Geometrie:</i> Riemannsche Mannigfaltigkeiten, Geodätische, Krümmung, Vergleichssätze, Riemannsche Submersionen.</p> <p><i>oder Konvex- und Integralgeometrie:</i> Konvexe Mengen, Bewertungen, Hadwigers Theorem, Integralgeometrie des Euklidischen Raumes, translationsinvariante Bewertungen, Satz von McMullen.</p>							
Qualifikationsziele und Kompetenzen:							
Die Studierenden lernen fortgeschrittener Arbeitstechniken und werden an aktuelle, forschungsorientierte Themen der Differentialgeometrie herangeführt.							
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen:							
—							
Empfohlene Voraussetzungen:							
—							
Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich):		Master Mathematik / FB 12					
Verfügbarkeit des Moduls für andere Studiengänge:		—					
Häufigkeit des Angebots:		zweijährlich					
Dauer des Moduls:		zweisemestrig					
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter:		Siehe Homepage des Prüfungsamts					
Studiennachweise / ggf. als Prüfungsvorleistungen:							
Teilnahmenachweis:		—					
Leistungsnachweis:		—					
Lehr- / Lernform:		Vorlesung mit Übung; Seminar					
Unterrichts-/Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch					
Modulprüfung:		Form / Dauer / ggf. Inhalt:					
Modulprüfung bestehend aus:		Zur gewählten Vorlesung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (20-30 min); Seminar: Referat (90 min), oder Referat (60 min) und schriftliche Ausarbeitung					
Zugehörige Lehrveranstaltungen:							
	Typ	SWS	Semester (empfohlen)				CP
			1	2	3	4	
Riemannsche Geometrie	Vorlesung	4	*	*	*		4
Riemannsche Geometrie	Übung	2	*	*	*		5
<i>oder</i>							
Konvex- und Integralgeometrie	Vorlesung	4	*	*	*		4
Konvex- und Integralgeometrie	Übung	2	*	*	*		5
<i>und</i>							
Seminar	Seminar	2		*	*	*	4

Summe		8					13
-------	--	---	--	--	--	--	----

MaM-HDG-k	Höhere Differentialgeometrie			Wahlpflicht			
	Gebiet: Geometrische Analysis und Differentialgeometrie						
CP: 5	Kontaktstudium: 45h (1,5CP)	Selbststudium: 105h (3,5CP)		SWS: 3			
Inhalte:							
<i>Symplektische Geometrie:</i> Symplektische Mannigfaltigkeiten, Kählermannigfaltigkeiten, Hamiltonsche Systeme, Kontaktmannigfaltigkeiten, Momentenabbildung, symplektische Reduktion.							
<i>oder Komplexe Differentialgeometrie:</i> Komplexe Mannigfaltigkeiten, Kählermannigfaltigkeiten, Vektorbündel, Chernklassen.							
<i>oder Algebraische Integralgeometrie:</i> Normalenzykel, glatte Bewertungen, Operationen auf Bewertungen, Hermitesche Integralgeometrie.							
<i>oder Finslergeometrie:</i> Finslermannigfaltigkeiten, Hilbertmetriken, Hamiltonsche Mechanik, Volumendefinitionen und isoperimetrische Probleme.							
Qualifikationsziele und Kompetenzen:							
Die Studierenden haben die Kenntnisse in Geometrischer Analysis vertieft.							
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen:							
—							
Empfohlene Voraussetzungen:							
—							
Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich):		Master Mathematik / FB 12					
Verfügbarkeit des Moduls für andere Studiengänge:		—					
Häufigkeit des Angebots:		zweijährlich					
Dauer des Moduls:		einsemestrig					
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter:		Siehe Homepage des Prüfungsamts					
Studiennachweise / ggf. als Prüfungsvorleistungen:							
Teilnahmenachweis:		—					
Leistungsnachweis:		—					
Lehr- / Lernform:		Vorlesung mit Übung					
Unterrichts-/Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch					
Modulprüfung:		Form / Dauer / ggf. Inhalt:					
Modulprüfung bestehend aus:		Zur gewählten Vorlesung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (20-30 min)					
Zugehörige Lehrveranstaltungen:							
	Typ	SWS	Semester (empfohlen)				CP
			1	2	3	4	
Symplektische Geometrie	Vorlesung	2		*	*	*	2
Symplektische Geometrie	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Komplexe Differentialgeometrie	Vorlesung	2		*	*	*	2
Komplexe Differentialgeometrie	Übung	1		*	*	*	3

<i>oder</i>							
Algebraische Integralgeometrie	Vorlesung	2		*	*	*	2
Algebraische Integralgeometrie	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Finslergeometrie	Vorlesung	2		*	*	*	2
Finslergeometrie	Übung	1		*	*	*	3
Summe		3					5

MaM-PRK-gs	Probabilistische Kombinatorik		Wahlpflicht				
	Gebiet: Probabilistische Kombinatorik						
CP: 13	Kontaktstudium: 120h (4CP)	Selbststudium: 270h (9CP)	SWS: 8				
Inhalte:							
<i>Probabilistische Kombinatorik:</i> Probabilistische Methoden in der Diskreten Mathematik (inkl. algorithmische Aspekte), Entropie, Boltzmann-Verteilung, klassische und mean-field-Modelle, Phasenübergänge, Belief Propagation.							
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.							
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen:							
—							
Empfohlene Voraussetzungen:							
Kenntnisse aus BaM-DAM							
Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich):		Master Mathematik / FB 12					
Verfügbarkeit des Moduls für andere Studiengänge:		—					
Häufigkeit des Angebots:		zweijährlich					
Dauer des Moduls:		zweisemestrig					
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter:		Siehe Homepage des Prüfungsamts					
Studiennachweise / ggf. als Prüfungsvorleistungen:							
Teilnahmenachweis:		—					
Leistungsnachweis:		—					
Lehr- / Lernform:		Vorlesung mit Übung; Seminar					
Unterrichts-/Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch					
Modulprüfung:		Form / Dauer / ggf. Inhalt:					
Modulprüfung bestehend aus:		Zur gewählten Vorlesung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (20-30 min); Seminar: Referat (90 min), oder Referat (60 min) und schriftliche Ausarbeitung					
Zugehörige Lehrveranstaltungen:							
	Typ	SWS	Semester (empfohlen)				CP
			1	2	3	4	
Probabilistische Kombinatorik	Vorlesung	4	*	*	*		4
Probabilistische Kombinatorik	Übung	2	*	*	*		5
<i>und</i>							
Seminar	Seminar	2		*	*	*	4
Summe		8					13

MaM-PRK-k	Probabilistische Kombinatorik			Wahlpflicht			
	Gebiet: Probabilistische Kombinatorik						
CP: 5	Kontaktstudium: 45h (1,5CP)	Selbststudium: 105h (3,5CP)	SWS: 3				
Inhalte:							
<p><i>Analytische Kombinatorik:</i> Grundlagen der enumerativen Kombinatorik, symbolische Methoden, erzeugende Funktionen, Singularitätsanalyse, Grenzwertsätze, Anwendungen auf Fragestellungen der diskreten Mathematik.</p> <p><i>oder 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><i>oder Stochastische Konzentrationsungleichungen:</i> Chernoff-Schranken, Martingalmethoden, Talagrand's Induktionsmethode, logarithmische Sobolev-Ungleichung, Anwendungen auf randomisierte Algorithmen, stoch. Analyse von Algorithmen und kombinatorische Optimierung.</p> <p><i>oder Markovketten und zufälliges Erzeugen:</i> Konvergenzsätze, mixing time, Metropolisprozess und Glauber dynamics, couplings, Anwendungen auf Modelle der statistischen Physik.</p> <p><i>oder Zufällige Graphen:</i> Erdős-Rényi und verwandte Modelle, giant component, Schwellenwertfunktionen, zero-one-laws.</p>							
Qualifikationsziele und Kompetenzen:							
Die Studierenden sind an aktuelle, forschungsorientierte Themen der diskreten bzw. algorithmischen Mathematik herangeführt worden.							
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen:							
—							
Empfohlene Voraussetzungen:							
Kenntnisse aus BaM-DAM							
Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich):		Master Mathematik / FB 12					
Verfügbarkeit des Moduls für andere Studiengänge:		—					
Häufigkeit des Angebots:		zweijährlich					
Dauer des Moduls:		einsemestrig					
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter:		Siehe Homepage des Prüfungsamts					
Studiennachweise / ggf. als Prüfungsvorleistungen:							
Teilnahmenachweis:		—					
Leistungsnachweis:		—					
Lehr- / Lernform:		Vorlesung mit Übung					
Unterrichts-/Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch					
Modulprüfung:		Form / Dauer / ggf. Inhalt:					
Modulprüfung bestehend aus:		Zur gewählten Vorlesung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (20-30 min)					
Zugehörige Lehrveranstaltungen:							
	Typ	SWS	Semester (empfohlen)				CP
			1	2	3	4	

Analytische Kombinatorik	Vorlesung	2		*	*	*	2
Analytische Kombinatorik	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Stochastische Analyse von Algorithmen	Vorlesung	2		*	*	*	2
Stochastische Analyse von Algorithmen	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Stochastische Konzentrationsungleichungen	Vorlesung	2		*	*	*	2
Stochastische Konzentrationsungleichungen	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Markovketten und zufälliges Erzeugen	Vorlesung	2		*	*	*	2
Markovketten und zufälliges Erzeugen	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Zufällige Graphen	Vorlesung	2		*	*	*	2
Zufällige Graphen	Übung	1		*	*	*	3
Summe		3					5

MaM-STA-ks	Statistik		Wahlpflicht				
	Gebiet: Statistik						
CP: 9	Kontaktstudium: 75h (2,5CP)	Selbststudium: 195h (6,5CP)	SWS: 5				
Inhalte:							
<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>und Statistisches Praktikum:</i> Verschiedene Themen aus der Statistik in interdisziplinärer Kooperation mit Anwendern anhand von Daten und Fragestellungen aus der Praxis.</p>							
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.							
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen:							
—							
Empfohlene Voraussetzungen:							
—							
Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich):		Master Mathematik / FB 12					
Verfügbarkeit des Moduls für andere Studiengänge:		—					
Häufigkeit des Angebots:		zweijährlich					
Dauer des Moduls:		zweitemestrig					
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter:		Siehe Homepage des Prüfungsamts					
Studiennachweise / ggf. als Prüfungsvorleistungen:							
Teilnahmenachweis:		—					
Leistungsnachweis:		—					
Lehr- / Lernform:		Vorlesung mit Übung; Seminar					
Unterrichts-/Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch					
Modulprüfung:		Form / Dauer / ggf. Inhalt:					
Modulprüfung bestehend aus:		Zur gewählten Vorlesung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (20-30 min); Statistisches Praktikum: Referat (90 min), oder Referat (60 min) und schriftliche Ausarbeitung					
Zugehörige Lehrveranstaltungen:							
	Typ	SWS	Semester (empfohlen)				CP
			1	2	3	4	
Statistik 1	Vorlesung	2	*	*	*		2
Statistik 1	Übung	1	*	*	*		3
	<i>und</i>						
Statistisches Praktikum	Seminar	2		*	*	*	4
Summe		5					9

MaM-STA-g	Stochastik			Wahlpflicht			
	Gebiet: Statistik						
CP: 9	Kontaktstudium: 90h (3CP)	Selbststudium: 180h (6CP)	SWS: 6				
Inhalte:							
<i>Höhere Stochastik:</i> Grundlagen der Maßtheorie, Summen unabhängiger Zufallsvariabler, große Abweichungen, schwache Konvergenz, charakteristische Funktionen, Martingale, Invarianzprinzip.							
Qualifikationsziele und Kompetenzen:							
Die Studierenden beherrschen die zentralen Kapitel der Wahrscheinlichkeitstheorie und sind in der Lage, wichtige Klassen zufälliger Prozesse forschungsorientiert zu analysieren.							
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen:							
—							
Empfohlene Voraussetzungen:							
—							
Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich):		Master Mathematik / FB 12					
Verfügbarkeit des Moduls für andere Studiengänge:		—					
Häufigkeit des Angebots:		zweijährlich					
Dauer des Moduls:		zweisemestrig					
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter:		Siehe Homepage des Prüfungsamts					
Studiennachweise / ggf. als Prüfungsvorleistungen:							
Teilnahmenachweis:		—					
Leistungsnachweis:		—					
Lehr- / Lernform:		Vorlesung mit Übung; Seminar					
Unterrichts-/Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch					
Modulprüfung:		Form / Dauer / ggf. Inhalt:					
Modulprüfung bestehend aus:		Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (20-30 min)					
Zugehörige Lehrveranstaltungen:							
	Typ	SWS	Semester (empfohlen)				CP
			1	2	3	4	
Höhere Stochastik	Vorlesung	4	*	*	*		4
Höhere Stochastik	Übung	2	*	*	*		5
Summe		6					9

MaM-STA-k	Statistik		Wahlpflicht				
	Gebiet: Statistik						
CP: 5	Kontaktstudium: 45h (1,5CP)	Selbststudium: 105h (3,5CP)	SWS: 3				
Inhalte:							
<p><i>Statistik 2</i>: Normales lineares Modell, mehrfaktorielle Varianzanalyse, Kovarianzanalyse, multiple Regression und Korrelation, Hauptkomponentenanalyse, multidimensionale Skalierung, multidimensionale Normalverteilung, Chiquadrattest, Delta-Methode, logistische Regression.</p> <p><i>oder Statistik 3</i>: Verallgemeinertes Lineares Modell, Bayessche Statistik, Mixed Models, Diskriminanzanalyse, Ideen der Modellwahl, Zeitreihenmodelle.</p>							
Qualifikationsziele und Kompetenzen:							
Die Studierenden haben einen vertieften Einblick in die Statistik gewonnen und studieren Modelle und deren Anwendung in einem Spezialbereich.							
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen:							
Kenntnisse aus <i>Statistik 1</i> siehe Seite 49; Für <i>Statistik 3</i> zusätzlich Kenntnisse aus <i>Statistik 2</i> .							
Empfohlene Voraussetzungen:							
Kenntnisse aus den Lehrveranstaltungen <i>Stochastische Prozesse</i> und <i>Höhere Stochastik</i> , siehe Seite 52.							
Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich):		Master Mathematik / FB 12					
Verfügbarkeit des Moduls für andere Studiengänge:		—					
Häufigkeit des Angebots:		zweijährlich					
Dauer des Moduls:		einsemestrig					
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter:		Siehe Homepage des Prüfungsamts					
Studiennachweise / ggf. als Prüfungsvorleistungen:							
Teilnahmenachweis:		—					
Leistungsnachweis:		—					
Lehr- / Lernform:		Vorlesung mit Übung					
Unterrichts-/Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch					
Modulprüfung:		Form / Dauer / ggf. Inhalt:					
Modulprüfung bestehend aus:		Zur gewählten Vorlesung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (20-30 min)					
Zugehörige Lehrveranstaltungen:							
	Typ	SWS	Semester (empfohlen)				CP
			1	2	3	4	
Statistik 2	Vorlesung	2	*	*	*	*	2
Statistik 2	Übung	1	*	*	*	*	3
	<i>oder</i>						
Statistik 3	Vorlesung	2	*	*	*	*	2
Statistik 3	Übung	1	*	*	*	*	3
Summe		3					5

MaM-STO-gs	Stochastik		Wahlpflicht				
	Gebiet: Stochastik						
CP: 13	Kontaktstudium: 120h (4CP)	Selbststudium: 270h (9CP)	SWS: 8				
Inhalte:							
<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.							
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen:							
—							
Empfohlene Voraussetzungen:							
—							
Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich):		Master Mathematik / FB 12					
Verfügbarkeit des Moduls für andere Studiengänge:		—					
Häufigkeit des Angebots:		zweijährlich					
Dauer des Moduls:		zweisemestrig					
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter:		Siehe Homepage des Prüfungsamts					
Studiennachweise / ggf. als Prüfungsvorleistungen:							
Teilnahmenachweis:		—					
Leistungsnachweis:		—					
Lehr- / Lernform:		Vorlesung mit Übung; Seminar					
Unterrichts-/Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch					
Modulprüfung:		Form / Dauer / ggf. Inhalt:					
Modulprüfung bestehend aus:		Zur gewählten Vorlesung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (20-30 min); Seminar: Referat (90 min), oder Referat (60 min) und schriftliche Ausarbeitung					
Zugehörige Lehrveranstaltungen:							
	Typ	SWS	Semester (empfohlen)				CP
			1	2	3	4	
Höhere Stochastik	Vorlesung	4	*	*	*		4
Höhere Stochastik	Übung	2	*	*	*		5
<i>oder</i>							
Stochastische Prozesse	Vorlesung	4	*	*	*		4
Stochastische Prozesse	Übung	2	*	*	*		5
<i>und</i>							
Seminar	Seminar	2		*	*	*	4
Summe		8					13

MaM-STO-k	Stochastik		Wahlpflicht
	Gebiet: Stochastik		
CP: 5	Kontaktstudium: 45h (1,5CP)	Selbststudium: 105h (3,5CP)	SWS: 3
Inhalte:			
<p><i>Zufällige rekursive Strukturen:</i> Selbstähnliche zufällige Objekte, zufällige Bäume, rekursive Algorithmen, Wahrscheinlichkeitsmetriken, stochastische Fixpunktgleichungen, Kontraktionsmethode.</p> <p><i>oder Martingalprobleme:</i> infinitesimale Beschreibung stochastischer Prozesse, starke Markov-Eigenschaft, Martingalprobleme, Anwendung auf Fleming-Viot-Prozess.</p> <p><i>oder Schwache Konvergenz:</i> Prokorov-Metrik, relative Kompaktheit, schwache Konvergenz auf $C[0, 1]$ und $D[0, 1]$, Satz von Donsker.</p> <p><i>oder 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><i>oder Stochastische Modelle der Populationsgenetik:</i> Canningsmodell, Koaleszenten, Moran-Modell mit Mutation, Wright-Fisher-Diffusion, Infinite Alleles - und Infinite Sites Modell, Tests auf Neutralität, Selektion, Anzestraler Selektionsgraph.</p> <p><i>oder Stochastische Konzentrationsungleichungen:</i> Chernoff-Schranken, Martingalmethoden, Talagrand's Induktionsmethode, logarithmische Sobolev-Ungleichung, Anwendungen auf randomisierte Algorithmen, stoch. Analyse von Algorithmen und kombinatorische Optimierung.</p> <p><i>oder Stochastische Prozesse 2:</i> Gaußsches Weißes Rauschen, Stetige Semimartingale und ihr stochastischer Kalkül, Zeit- und Maßwechsel, Itô-Tanaka Formel, Lokalzeit.</p>			
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.			
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen:			
—			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Kenntnisse aus den Lehrveranstaltungen <i>Stochastische Prozesse</i> und <i>Höhere Stochastik</i> , siehe Seite 52			
Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich):	Master Mathematik / FB 12		
Verfügbarkeit des Moduls für andere Studiengänge:	—		
Häufigkeit des Angebots:	zweijährlich		
Dauer des Moduls:	einsemestrig		
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter:	Siehe Homepage des Prüfungsamts		
Studiennachweise / ggf. als Prüfungsvorleistungen:			
Teilnahmenachweis:	—		
Leistungsnachweis:	—		
Lehr- / Lernform:	Vorlesung mit Übung		
Unterrichts-/Prüfungssprache:	Deutsch oder Englisch		
Modulprüfung:	Form / Dauer / ggf. Inhalt:		

Modulprüfung bestehend aus:		Zur gewählten Vorlesung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (20-30 min)					
Zugehörige Lehrveranstaltungen:							
	Typ	SWS	Semester (empfohlen)				CP
			1	2	3	4	
Zufällige rekursive Strukturen	Vorlesung	2		*	*	*	2
Zufällige rekursive Strukturen	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Martingalprobleme	Vorlesung	2		*	*	*	2
Martingalprobleme	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Schwache Konvergenz	Vorlesung	2		*	*	*	2
Schwache Konvergenz	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Stochastische Analyse von Algorithmen	Vorlesung	2		*	*	*	2
Stochastische Analyse von Algorithmen	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Stochastische Modelle der Populationsgenetik	Vorlesung	2		*	*	*	2
Stochastische Modelle der Populationsgenetik	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Stochastische Konzentrationsungleichungen	Vorlesung	2		*	*	*	2
Stochastische Konzentrationsungleichungen	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Stochastische Prozesse 2	Vorlesung	2		*	*	*	2
Stochastische Prozesse 2	Übung	1		*	*	*	3
Summe		3					5

MaM-TOP-gs	Topologie		Wahlpflicht
	Gebiet: Topologie		
CP: 13	Kontaktstudium: 120h (4CP)	Selbststudium: 270h (9CP)	SWS: 8
Inhalte:			
<p><i>Algebraische Topologie:</i> Fundamentalgruppen, Homotopie, Simpliziale Komplexe, (Ko)Homologie, sowie z.B. Kategorien und Funktoren, deRham-Komologie, Cup-Produkt.</p> <p><i>oder Riemannsche Flächen:</i> Mannigfaltigkeiten und Überlagerungen, Differentialformen, harmonische Funktionen und Formen, Bilinearrelationen, Uniformisierung, Fuchssche Gruppen, Garben.</p> <p><i>oder Knoten und Flächen:</i> Differenzierbare Mannigfaltigkeiten, Morse-Funktionen, Homologie, Klassifikation von Flächen, Verschlingungszahl und Signatur eines Knotens, Wirtinger-Präsentation, Alexander-Polynom, Jones-Polynom, Heegard Zerlegung, Dehn-Twists.</p> <p><i>oder Komplexe Geometrie:</i> Komplexe Mannigfaltigkeiten, Garben, Komologie, Divisoren, Vektorbündel, Zusammenhänge, Chern-Klassen.</p> <p><i>oder Kohomologie von Gruppen:</i> Gruppenringe und Auflösungen, Klassifikation von Erweiterungen, Zelluläre Kohomologie von CW-Komplexen, Berechnungsmethoden: Spektralsequenzen.</p>			
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.			
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen:			
—			
Empfohlene Voraussetzungen:			
Kenntnisse aus der Lehrveranstaltung <i>Elementare Zahlentheorie</i>			
Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich):	Master Mathematik / FB 12		
Verfügbarkeit des Moduls für andere Studiengänge:	—		
Häufigkeit des Angebots:	zweijährlich		
Dauer des Moduls:	zweisemestrig		
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter:	Siehe Homepage des Prüfungsamts		
Studiennachweise / ggf. als Prüfungsvorleistungen:			
Teilnahmenachweis:	—		
Leistungsnachweis:	—		
Lehr- / Lernform:	Vorlesung mit Übung; Seminar		
Unterrichts-/Prüfungssprache:	Deutsch oder Englisch		
Modulprüfung:	Form / Dauer / ggf. Inhalt:		
Modulprüfung bestehend aus:	Zur gewählten Vorlesung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (20-30 min); Seminar: Referat (90 min), oder Referat (60 min) und schriftliche Ausarbeitung		
Zugehörige Lehrveranstaltungen:			
	Typ	SWS	Semester (empfohlen) CP

			1	2	3	4	
Algebraische Topologie	Vorlesung	4	*	*	*		4
Algebraische Topologie	Übung	2	*	*	*		5
<i>oder</i>							
Riemannsche Flächen	Vorlesung	4	*	*	*		4
Riemannsche Flächen	Übung	2	*	*	*		5
<i>oder</i>							
Knoten und Flächen	Vorlesung	4	*	*	*		4
Knoten und Flächen	Übung	2	*	*	*		5
<i>oder</i>							
Komplexe Geometrie	Vorlesung	4	*	*	*		4
Komplexe Geometrie	Übung	2	*	*	*		5
<i>oder</i>							
Kohomologie von Gruppen	Vorlesung	4	*	*	*		4
Kohomologie von Gruppen	Übung	2	*	*	*		5
<i>und</i>							
Seminar	Seminar	2		*	*	*	4
Summe		8					13

MaM-TOP-k	Topologie		Wahlpflicht				
	Gebiet: Topologie						
CP: 5	Kontaktstudium: 45h (1,5CP)	Selbststudium: 105h (3,5CP)	SWS: 3				
Inhalte:							
<i>Algebraische Topologie II:</i> z.B. charakteristische Klassen, Morse-Theorie, Spektralsequenzen, Homöomorphismen von Flächen, Knoten.							
<i>oder 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>oder 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.							
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen:							
—							
Empfohlene Voraussetzungen:							
Kenntnisse aus der Lehrveranstaltung <i>Algebra</i> und des Moduls MaM-TOP-g, siehe Seite 55							
Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich):	Master Mathematik / FB 12						
Verfügbarkeit des Moduls für andere Studiengänge:	—						
Häufigkeit des Angebots:	zweijährlich						
Dauer des Moduls:	einsemestrig						
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter:	Siehe Homepage des Prüfungsamts						
Studiennachweise / ggf. als Prüfungsvorleistungen:							
Teilnahmenachweis:	—						
Leistungsnachweis:	—						
Lehr- / Lernform:	Vorlesung mit Übung						
Unterrichts-/Prüfungssprache:	Deutsch oder Englisch						
Modulprüfung:	Form / Dauer / ggf. Inhalt:						
Modulprüfung bestehend aus:	Zur gewählten Vorlesung: Klausur (90 min) oder mündliche Prüfung (20-30 min)						
Zugehörige Lehrveranstaltungen:							
	Typ	SWS	Semester (empfohlen)				CP
			1	2	3	4	
Algebraische Topologie II	Vorlesung	2		*	*	*	2
Algebraische Topologie II	Übung	1		*	*	*	3
<i>oder</i>							
Riemannsche Flächen II	Vorlesung	2		*	*	*	2
Riemannsche Flächen II	Übung	1		*	*	*	3

<i>oder</i>							
Komplexe Geometrie II	Vorlesung	2		*	*	*	2
Komplexe Geometrie II	Übung	1		*	*	*	3
Summe		3					5

MaM-ZF-k	Stochastische Analysis mit Finanzmathematik		Wahlpflicht				
	Gebiet: Zeitstetige Finanzmathematik						
CP: 5	Kontaktstudium: 45h (1,5CP)	Selbststudium: 105h (3,5CP)	SWS: 3				
Inhalte:							
<p><i>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>oder Einführung in die stochastische Finanzmathematik:</i> Mathematische Modellierung zeitdiskreter Finanzmärkte, No-Arbitrage-Prinzip, zeitdiskrete Martingale, Maßwechsel, Derivate europäischen Typs, vollständige und unvollständige Märkte, kohärente Risikomaße, Nutzenoptimierung</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.							
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen:							
—							
Empfohlene Voraussetzungen:							
Kenntnisse aus der Lehrveranstaltung <i>Stochastische Prozesse</i> (siehe Seite 52)							
Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich):		Master Mathematik / FB 12					
Verfügbarkeit des Moduls für andere Studiengänge:		—					
Häufigkeit des Angebots:		zweijährlich					
Dauer des Moduls:		zweisemestrig					
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter:		Siehe Homepage des Prüfungsamts					
Studiennachweise / ggf. als Prüfungsvorleistungen:							
Teilnahmenachweis:		—					
Leistungsnachweis:		—					
Lehr- / Lernform:		Vorlesung mit Übung					
Unterrichts-/Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch					
Modulprüfung:		Form / Dauer / ggf. Inhalt:					
Modulprüfung bestehend aus:		mündliche Prüfung (20-30 min)					
Zugehörige Lehrveranstaltungen:							
	Typ	SWS	Semester (empfohlen)				CP
			1	2	3	4	
Stochastische Analysis mit Finanzmathematik	Vorlesung	2	*	*	*		2
Stochastische Analysis mit Finanzmathematik	Übung	1	*	*	*		3
Einführung in die stoch. Finanzmathematik	Vorlesung	2	*	*	*		2
Einführung in die stoch. Finanzmathematik	Übung	1	*	*	*		3
Summe		3					5

MaM-ZF-ks	Zeitstetige Finanzmathematik		Wahlpflicht				
	Gebiet: Zeitstetige Finanzmathematik						
CP: 9	Kontaktstudium: 75h (2,5CP)	Selbststudium: 195h (6,5CP)	SWS: 5				
Inhalte:							
<p><i>Finanzmathematik in stetiger Zeit 1</i>: Martingaldarstellungssatz, Spiegelungsprinzip und exotische Optionen, Wertpapiere mit Dividenden, Forwards/Futures, Zinsstrukturmodelle.</p> <p><i>oder Finanzmathematik in stetiger Zeit 2</i>: Optimales Stoppen und Derivate amerikanischen Typs, stochastische Kontrolltheorie, Lévy-Prozesse.</p>							
Qualifikationsziele und Kompetenzen:							
Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse der Finanzmathematik in stetiger Zeit erworben und einen Einblick in die Anwendungen gewonnen.							
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen:							
Kenntnisse aus der Lehrveranstaltung <i>Stochastische Analysis mit Finanzmathematik</i> , siehe Seite 59. Für die Lehrveranstaltung <i>Finanzmathematik in stetiger Zeit 2</i> wird die Lehrveranstaltung <i>Finanzmathematik in stetiger Zeit 1</i> benötigt.							
Empfohlene Voraussetzungen:							
—							
Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich):		Master Mathematik / FB 12					
Verfügbarkeit des Moduls für andere Studiengänge:		—					
Häufigkeit des Angebots:		zweijährlich					
Dauer des Moduls:		zweisemestrig					
Modulbeauftragte / Modulbeauftragter:		Siehe Homepage des Prüfungsamts					
Studiennachweise / ggf. als Prüfungsvorleistungen:							
Teilnahmenachweis:		—					
Leistungsnachweis:		—					
Lehr- / Lernform:		Vorlesung mit Übung; Seminar					
Unterrichts-/Prüfungssprache:		Deutsch oder Englisch					
Modulprüfung:		Form / Dauer / ggf. Inhalt:					
Modulprüfung bestehend aus:		Zu den Vorlesungen: mündliche Prüfung (20-30 min); Seminar: Referat (90 min), oder Referat (60 min) und schriftliche Ausarbeitung					
Zugehörige Lehrveranstaltungen:							
	Typ	SWS	Semester (empfohlen)				CP
			1	2	3	4	
Finanzmathematik in stetiger Zeit 1	Vorlesung	2	*	*	*		2
Finanzmathematik in stetiger Zeit 1	Übung	1	*	*	*		3
<i>oder</i>							
Finanzmathematik in stetiger Zeit 2	Vorlesung	2		*	*	*	2
Finanzmathematik in stetiger Zeit 2	Übung	1		*	*	*	3
<i>und</i>							

Finanzmathematisches Seminar	Seminar	2		*	*	*	4
Summe		5					9

MaM-K	Kolloquiumsmodul		Pflicht				
CP: 5							
Inhalte:							
<i>Oberseminar:</i> Besuch des Oberseminars der Arbeitsgruppe, in der die Masterarbeit verfasst wird.							
<i>Abschlussseminar:</i> Vortrag und Diskussion über die Themen der Masterarbeit in einem Abschlussseminar.							
Qualifikationsziele und Kompetenzen:							
Halten eines Vortrages zur Präsentation selbst erarbeiteter Ergebnisse samt ihrer Diskussion. Autodidaktische Kompetenz. Entwicklung von Schreibkompetenzen für Mathematik.							
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen:							
Zum Vortrag: Die oder der Studierende hat seine Masterarbeit angemeldet und das zugehörige Thema kann nicht mehr zurückgegeben werden.							
Empfohlene Voraussetzungen:							
—							
Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich):	Master Mathematik / FB 12						
Verfügbarkeit des Moduls für andere Studiengänge:	—						
Häufigkeit des Angebots:	jedes Semester						
Dauer des Moduls:	einsemestrig						
Studiennachweise / ggf. als Prüfungsvorleistungen:							
Teilnahmenachweis:	TN zum Oberseminar						
Leistungsnachweis:	—						
Lehr- / Lernform:	Seminar						
Unterrichts-/Prüfungssprache:	Deutsch oder Englisch						
Modulprüfung:	Form / Dauer / ggf. Inhalt:						
Modulprüfung bestehend aus:	Vortrag zur Masterarbeit (60-90 Minuten)						
Zugehörige Lehrveranstaltungen:							
	Typ	SWS	Semester (empfohlen)				CP
			1	2	3	4	
Oberseminar	Seminar	2				*	2
<i>und</i>							
Vortrag zur Masterarbeit	Vortrag	2				*	3
Summe		4					5

MaM-MA	Masterarbeit	Pflicht				
CP: 30						
Inhalte:						
Das Thema der Masterarbeit entstammt der Mathematik und wird von der Betreuerin oder dem Betreuer in Absprache mit der oder dem Studierenden festgelegt.						
Qualifikationsziele und Kompetenzen:						
Die Studierenden sollen innerhalb einer vorgegebenen Frist das mit dem Betreuer oder der Betreuerin abgesprochene Problem aus dem Fachgebiet Mathematik nach wissenschaftlichen Methoden selbständig bearbeiten und die Lösung dokumentieren. Die Masterarbeit soll die Aufgabenstellung, die Zielsetzung, die verwendeten Methoden, die Lösung der Problemstellung, und die erreichten Ergebnisse in verständlicher Weise dokumentieren. Im Rahmen eines ca. halbstündigen Vortrags kann zudem über die wissenschaftlichen Ergebnisse der Masterarbeit berichtet werden.						
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen:						
Die Zulassung zur Masterarbeit setzt den Nachweis von 50 CP aus dem Masterstudiengang Mathematik (ohne des Anwendungsfachs) voraus.						
Empfohlene Voraussetzungen:						
Die Veranstaltungen im Master-Studiengang bis einschließlich des dritten Semesters.						
Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich):	Master Mathematik / FB 12					
Verfügbarkeit des Moduls für andere Studiengänge:	—					
Häufigkeit des Angebots:	jedes Semester					
Dauer des Moduls:	einsemestrig					
Studiennachweise / ggf. als Prüfungsvorleistungen:						
Teilnahmenachweis:	—					
Leistungsnachweis:	—					
Unterrichts-/Prüfungssprache:	Deutsch oder Englisch					
Modulprüfung:	Form / Dauer / ggf. Inhalt:					
Modulprüfung bestehend aus:	Schriftliche Arbeit (Bearbeitungszeit 6 Monate)					
Zugehörige Lehrveranstaltungen:						
	Typ	Semester (empfohlen)				CP
		1	2	3	4	
Masterarbeit	schriftl. Arbeit				*	30

Basismodule im Master Mathematik

Folgende Importmodule aus dem Bachelorstudium Mathematik können im Masterstudium Mathematik als Basismodule verwendet werden.

Herkunftsstudiengang	FB	Modultitel	Modulnummer	CP
Bachelor Mathematik	FB 12	Algebraische Geometrie	BaM-AG-g	9
Bachelor Mathematik	FB 12	Algebra	BaM-AG-g	9
Bachelor Mathematik	FB 12	Algebra	BaM-AG-k	5
Bachelor Mathematik	FB 12	Diskrete und algorithmische Mathematik	BaM-DAM-g	9
Bachelor Mathematik	FB 12	Diskrete und algorithmische Mathematik	BaM-DAM-k	5
Bachelor Mathematik	FB 12	Stochastik	BaM-DF-g	9
Bachelor Mathematik	FB 12	Zeitdiskrete Finanzmathematik	BaM-DF-k	5
Bachelor Mathematik	FB 12	Differentialgeometrie	BaM-DG-g	9
Bachelor Mathematik	FB 12	Differentialgeometrie	BaM-DG-k	5
Bachelor Mathematik	FB 12	Differentialglg. und Dynamische Systeme	BaM-DGDS-g	9
Bachelor Mathematik	FB 12	Differentialglg. und Dynamische Systeme	BaM-DGDS-k	5
Bachelor Mathematik	FB 12	Funktionalanalysis	BaM-FA-g	9
Bachelor Mathematik	FB 12	Funktionalanalysis	BaM-FA-k	5
Bachelor Mathematik	FB 12	Kombinatorik	BaM-KOM-k	5
Bachelor Mathematik	FB 12	Numerische Finanzmathematik	BaM-NFM-g	9
Bachelor Mathematik	FB 12	Numerische Finanzmathematik	BaM-NFM-k	5
Bachelor Mathematik	FB 12	Numerik	BaM-NUM-g	9
Bachelor Mathematik	FB 12	Numerik	BaM-NUM-k	5
Bachelor Mathematik	FB 12	Partielle Differentialgleichungen	BaM-PDGL-g	9
Bachelor Mathematik	FB 12	Partielle Differentialgleichungen	BaM-PDGL-k	5
Bachelor Mathematik	FB 12	Statistik	BaM-STA-k	5
Bachelor Mathematik	FB 12	Statistik	BaM-STA-k	5
Bachelor Mathematik	FB 12	Stochastik	BaM-STO-g	9
Bachelor Mathematik	FB 12	Stochastik	BaM-STO-k	5
Bachelor Mathematik	FB 12	Topologie	BaM-TOP-g	9
Bachelor Mathematik	FB 12	Topologie	BaM-TOP-k	5
Bachelor Mathematik	FB 12	Zahlentheorie	BaM-ZT-k	5

Professionalisierungsbereich im Master Mathematik

Der Professionalisierungsbereich im Masterstudiengang Mathematik hat einen Umfang von 6–9 CP. Zum Bereich gehören die folgenden Module.

Modulname	Kürzel	Seite
Anleitung zum wissenschaftlichen Arbeiten	MaM-WA	66
Ergänzungsmodul	MaM-ERG	67

Die Module MaM-WA und MaM-ERG sind Pflichtmodule.

MaM-WA	Anleitung zum wissenschaftlichen Arbeiten	Pflicht
CP: 3		
Inhalte:		
<p>Die Veranstaltung behandelt u. a. folgende Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verfassen wissenschaftlicher Texte (Seminararbeiten, Abschlussarbeiten, ...), • Entwickeln von Gliederung und Struktur, • Wissenschaftssprache und Stil, • Fragen zu Methoden des Zeitmanagements beim Schreiben, • formale Gestaltung (Layout, Abbildungen, Formeln im Text, Zitieren von Literatur, ...), • Schreibblockaden oder Motivationsprobleme. <p>Diese Anforderungen können z.B. während der regelmäßigen Betreuung der Masterarbeit vermittelt werden oder durch einen Kurs „Wissenschaftliches Schreiben“, der die oben genannten Themen abdeckt, nachgewiesen werden. Entsprechende Kurse werden beispielsweise vom Schreibzentrum angeboten.</p>		
Qualifikationsziele und Kompetenzen:		
Entwicklung von Schreibkompetenzen für Mathematik. Die erworbenen Kompetenzen sollen vor dem Verfassen der Abschlussarbeit in Seminararbeiten oder vergleichbarem eingeübt werden.		
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen:		
—		
Empfohlene Voraussetzungen:		
—		
Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich):	Master Mathematik / FB 12	
Verfügbarkeit des Moduls für andere Studiengänge:	—	
Häufigkeit des Angebots:	jedes Semester	
Dauer des Moduls:	—	
Studiennachweise / ggf. als Prüfungsvorleistungen:		
Teilnahmenachweis:	TN z.B. aus dem besuchten Kurs	
Leistungsnachweis:	—	
Unterrichts-/Prüfungssprache:	Deutsch oder Englisch	
Modulprüfung:	Form / Dauer / ggf. Inhalt:	
Modulprüfung bestehend aus:	—	

MaM-ERG	Ergänzungsmodul	Pflicht
CP: 3–6		
Inhalte:		
Es werden verschiedene Wahlveranstaltungen angeboten zum Erwerb diverser Softskills wie z.B Präsentationstechniken oder Gremienarbeit. Ein Berufspraktikum kann angerechnet werden.		
Qualifikationsziele und Kompetenzen:		
Erwerb und Verbesserung von (nichtwissenschaftlichen) Kompetenzen und Softskills, je nach Wahlveranstaltungen.		
Teilnahmevoraussetzungen für Modul bzw. für einzelne Lehrveranstaltungen:		
nach Wahlveranstaltungen		
Empfohlene Voraussetzungen:		
—		
Zuordnung des Moduls (Studiengang / Fachbereich):	Master Mathematik / FB 12	
Verfügbarkeit des Moduls für andere Studiengänge:	—	
Häufigkeit des Angebots:	jedes Semester	
Dauer des Moduls:	nach Wahlveranstaltungen	
Studiennachweise / ggf. als Prüfungsvorleistungen:		
Teilnahmenachweis:	nach Wahlveranstaltungen	
Leistungsnachweis:	nach Wahlveranstaltungen (unbenotet)	
Unterrichts-/Prüfungssprache:	Deutsch oder Englisch	
Modulprüfung:	Form / Dauer / ggf. Inhalt:	
Modulprüfung bestehend aus:	—	
Voraussetzung für die Vergabe der CP: Vorlage der benötigten Studiennachweise		
Liste der Veranstaltungen: ASB, PSP, GR, PR, SOS, OM		
ASB	Anleitung zur Statistischen Beratung	
Zuordnung: Diese Veranstaltung ist eine Veranstaltung des Ergänzungsmoduls im Master-Studiengang Mathematik (MaM-ERG)		
CP: 3	SWS: 2 (Proseminar)	
Inhalte: Diskussion von Fallbeispielen aus der Statistischen Beratung.		
Qualifikationsziele und Kompetenzen: 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.		
Teilnahmevoraussetzungen:	Statistik 1 (siehe Seite 49)	
Häufigkeit des Angebots:	zweijährlich	
Dauer des Moduls:	einsemestrig	
Studiennachweise / ggf. als Prüfungsvorleistungen:		
Teilnahmenachweis:	—	

Leistungsnachweis:	Bearbeitung von 1-2 Fallbeispielen mit Präsentation und Kurzbericht
PSP	Präsentation zum Statistischen Praktikum
Zuordnung: Diese Veranstaltung ist eine Veranstaltung des Ergänzungsmoduls im Master-Studiengang Mathematik (MaM-ERG)	
CP: 2	SWS: 2 (Proseminar)
Inhalte: Präsentation der Hauptergebnisse aus dem Statistischen Praktikum in einer anwenderfreundlichen Kurzvortragsreihe.	
Qualifikationsziele und Kompetenzen: 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.	
Teilnahmevoraussetzungen:	Statistik 1 und Statistisches Praktikum (siehe Seite 49)
Häufigkeit des Angebots:	zweijährlich
Dauer des Moduls:	einsemestrig
Studiennachweise / ggf. als Prüfungsvorleistungen:	
Teilnahmenachweis:	—
Leistungsnachweis:	Präsentation der Hauptergebnisse aus dem Statistischen Praktikum in einem anwenderfreundlichen Kurzvortrag
GR	Gremienarbeit
Zuordnung: Diese Veranstaltung ist eine Veranstaltung des Ergänzungsmoduls im Master-Studiengang Mathematik (MaM-ERG)	
CP: 1-3	SWS: –
Inhalte: Mitglied und Mitarbeit in den Gremien der Goethe-Universität, des Fachbereichs Informatik und Mathematik oder des Instituts für Mathematik.	
Qualifikationsziele und Kompetenzen: Verständnis der Selbstverwaltung der Universität und der Organisation einer Universität.	
Teilnahmevoraussetzungen:	Die Mitgliedschaft in Gremien wird durch Wahl entsprechend den Satzungen und Regelungen bestimmt. Dies beschränkt die Teilnahme an dieser Veranstaltung.
Häufigkeit des Angebots:	jedes Semester
Dauer des Moduls:	—
Studiennachweise / ggf. als Prüfungsvorleistungen:	
Teilnahmenachweis:	Nachweis der Mitgliedschaft und Mitarbeit in den Gremien des Fachbereichs oder Instituts.
Leistungsnachweis:	—

Modalität zur CP-Vergabe:	Die CP-Berechnung erfolgt nach dem Schlüssel, dass pro Semester und Gremium 0.5 CP vergeben werden. Entsprechende Bescheinigungen werden durch den Dekan oder die Dekanin des Fachbereichs Informatik und Mathematik oder den Geschäftsführenden Direktor oder die Geschäftsführende Direktorin des Instituts für Mathematik ausgestellt.
PR	Berufspraktikum
Zuordnung: Diese Veranstaltung ist eine Veranstaltung des Ergänzungsmoduls im Master-Studiengang Mathematik (MaM-ERG)	
CP: 6	SWS: —
Inhalte: Innehalten einer Praktikumsstelle eines Unternehmens oder einer Organisation für die ein mathematischer Hintergrund benötigt wird.	
Qualifikationsziele und Kompetenzen: Die Studierenden haben sich vertraut gemacht mit der Anwendung ihres mathematischen Wissens und ihrer aus dem bisherigen Studium erworbenen Fähigkeiten.	
Teilnahmevoraussetzungen:	—
Häufigkeit des Angebots:	jedes Semester
Dauer des Moduls:	mind. 150 Stunden (mind. 4 Wochen Vollzeitäquivalent)
Studiennachweise / ggf. als Prüfungsvorleistungen:	
Teilnahmenachweis:	—
Leistungsnachweis:	Praktikumsbericht (2–5 Seiten, die den Ablauf des Praktikums erläutert)
SOS	Soft Skills
Zuordnung: Diese Veranstaltung ist eine Veranstaltung des Ergänzungsmoduls im Master-Studiengang Mathematik (MaM-ERG)	
CP: 1–3	SWS: Nach Veranstaltung
Inhalte: Es können im entsprechenden Umfang Veranstaltungen gewählt werden, die Präsentationstechniken, Themen aus den Bereichen „Mathematik und Gesellschaft“, „Wissenschaftsethik“, „Existenzgründung“ oder weitere Soft Skills vermitteln. Derartige Veranstaltung werden z.B. vom Zentrum für Weiterbildung oder dem Goethe Unibator der Goethe-Universität angeboten.	
Qualifikationsziele und Kompetenzen: Erwerb und Verbesserung von nichtwissenschaftlichen Kompetenzen und Softskills, je nach Veranstaltung.	
Teilnahmevoraussetzungen:	Nach Wahl der Veranstaltung
Häufigkeit des Angebots:	Nach Wahl der Veranstaltung
Dauer des Moduls:	Nach Wahl der Veranstaltung
Studiennachweise / ggf. als Prüfungsvorleistungen:	
Teilnahmenachweis:	Nach Wahl der Veranstaltung
Leistungsnachweis:	Nach Wahl der Veranstaltung
OM	Optionalmodul
Zuordnung: Diese Veranstaltung ist eine Veranstaltung des Ergänzungsmoduls im Master-Studiengang Mathematik (MaM-ERG)	
CP: bis zu 6	SWS: Nach Wahl der Veranstaltung

Inhalte: Lehrveranstaltungen nach Wahl aus den Angeboten der Goethe-Universität, in der Regel mathematisch orientierte Veranstaltungen anderer Fächer, mathematische Blockkurse wie z.B. Kurse bei Sommer- und Winterschulen, insbesondere auch vergleichbare Angebote anderer Universitäten.

Qualifikationsziele und Kompetenzen: Erwerb und Verbesserung von allgemeinbildenden Kompetenzen, Einblicke in den Bezug von Mathematik zu anderen Wissenschaften, Kommunikationsfähigkeit im Kontakt mit außermathematischen Partnern oder mit Partnern außerhalb der Goethe-Universität, je nach Veranstaltung.

Teilnahmevoraussetzungen:	Nach Wahl der Veranstaltung
Häufigkeit des Angebots:	jedes Semester
Dauer des Moduls:	1 Semester
Studiennachweise / ggf. als Prüfungsvorleistungen:	
Teilnahmenachweis:	Nach Wahl der Veranstaltung
Leistungsnachweis:	Nach Wahl der Veranstaltung

Anwendungsfächer im Master Mathematik

Als Anwendungsfach im Masterstudium Mathematik können alle Fachrichtungen der Anwendungsfächer aus dem Bachelorstudium verwendet werden. Die folgende Ausführung des jeweiligen Anwendungsfachs im Masterstudium setzt voraus, dass die jeweilige Fachrichtungen bereits im Bachelor belegt wurde.

Anwendungsfach	FB	Seite
Biowissenschaften	15	72
Chemie	14	73
Geowissenschaften	11	74
Informatik	12	75
Meteorologie	11	76
Philosophie	08	77
Physik	13	78
Wirtschaftswissenschaften: Betriebswirtschaftslehre	02	79
Wirtschaftswissenschaften: Finanzwirtschaft (Finance)	02	79
Wirtschaftswissenschaften: Volkswirtschaftslehre	02	80

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.

Um ein Anwendungsfach abzuschließen, ist eine Auswahl aus Veranstaltungen zu studieren, sodass ein **Gesamtumfang von mindestens 22 CP** erreicht wird. In das Masterstudium Mathematik können maximal 24 CP aus dem Anwendungsfach eingebracht werden.

Anwendungsfach Biowissenschaften

Es gelten die Modulbeschreibungen und die Bedingungen zum Erwerb von Kreditpunkten entsprechend der aktuell gültigen Fassungen der Prüfungsordnung des Fachbereichs 15.

Wenn im Bachelorstudium Mathematik **nicht** Biowissenschaften als Anwendungsfach gewählt wurde, so entspricht das Anwendungsfach Biowissenschaften im Masterstudium Mathematik aus den im entsprechenden Anwendungsfachs des Bachelorstudiums beschriebenen Modulen.

Wenn im Bachelorstudium Mathematik bereits Biowissenschaften als Anwendungsfach gewählt wurde, so besteht das Anwendungsfach Biowissenschaften im Masterstudium aus einer Auswahl der folgenden genannten Lehrveranstaltungen, welche nicht bereits im Bachelorstudium eingebracht wurden, sodass ein **Gesamtumfang von 24 CP** erreicht wird.

Biowissenschaften						
Modulname		Teil des Moduls	Zuordnung	Typ	SWS	CP
<i>Auswahl von Veranstaltungen:</i>						
Struktur und Funktion der Organismen		BSc-Biow-1	FB 15	Praktikum Tutorium	5 1	6
Diversität der Organismen	Pflanzen und Pilze	BSc-Biow-6a	FB 15	Vorlesung	2	3
	Pflanzen und Pilze	BSc-Biow-6a	FB 15	Praktikum Übung Tutorium	1 1 0,5	3
	Tiere	BSc-Biow-6b	FB 15	Vorlesung	2	3
	Tiere	BSc-Biow-6b	FB 15	Praktikum Übung Tutorium	1 1 0,5	3
Biochemie und Tierphysiologie	Biochemie	BSc-Biow-7	FB 15	Vorlesung	2	3
	Tierphysiologie	BSc-Biow-7	FB 15	Vorlesung	2	3
Molekularbiologie und Genetik	Molekularbiologie	BSc-Biow-8	FB 15	Vorlesung	2	3
	Genetik	BSc-Biow-8	FB 15	Vorlesung	2	3
Ökologie und Evolution		BSc-Biow-9	FB 15	Vorlesung	4	6
Neurobiologie, Zell- und Entwicklungsbiologie	Neurobiologie	BSc-Biow-10	FB 15	Vorlesung	2	3
	Zell- und Entwicklungsbiologie	BSc-Biow-10	FB 15	Vorlesung	2	3
Pflanzenphysiologie und Mikrobiologie	Pflanzenphysiologie	BSc-Biow-11	FB 15	Vorlesung	2	3
	Mikrobiologie	BSc-Biow-11	FB 15	Vorlesung	2	3
Summe						24

Anwendungsfach Chemie

Es gelten die Modulbeschreibungen und die Bedingungen zum Erwerb von Kreditpunkten entsprechend der aktuell gültigen Fassungen der Prüfungsordnung des Fachbereichs 14.

Wenn im Bachelorstudium Mathematik **nicht** Chemie als Anwendungsfach gewählt wurde, so besteht das Anwendungsfach Chemie im Masterstudium Mathematik aus den im entsprechenden Anwendungsfachs des Bachelorstudiums beschriebenen Modulen.

Wenn im Bachelorstudium Mathematik bereits Chemie als Anwendungsfach gewählt wurde, so besteht das Anwendungsfach Chemie im Masterstudium aus den folgenden beschriebenen Veranstaltungen im **Gesamtumfang von mindestens 22 CP**, welche nicht bereits im Bachelorstudium eingebracht wurden. Sollte weiterer Bedarf an Veranstaltungen aus dem Bachelor- oder Masterstudiengang Chemie bestehen, so können gewünschte Veranstaltungen nach Maßgabe freier Kapazitäten gewählt werden.

Chemie						
Modulname	Module	Zuordnung	Typ	SWS	CP	
Grundlagen der Allgemeinen und Anorganischen Chemie für Studierende der Naturwissenschaften und des Lehramts als Prüfungsleistung	<i>Pflichtmodul</i>	FB 14	Vorlesung	4	7	
			Übung	1		
<i>Auswahl von aufbauenden Veranstaltungen:</i>						
Praktikum Allgemeine und Anorganische Chemie für Studierende der Naturwissenschaften als Prüfungsleistung	<i>Wahlpflichtmodul</i>	FB 14	Praktikum	3	4	
			Seminar	1		
Festkörper Chemie	[A.4]	FB 14	Vorlesung	2	3	
Analytische Methoden	[A.5]	FB 14	Vorlesung	2	3	
OC I – Grundlagen der Organischen Chemie	[O.1]	FB 14	Vorlesung	4	8	
			Übung	1		
Physikalische Chemie I – Thermodynamik	[P.1]	FB 14	Vorlesung	3	6	
			Übung	1		
Grundlagen der Theoretischen Chemie	[P.3]	FB 14	Vorlesung	3	6	
			Übung	1		
Physikalische Chemie II – Statistik und Kinetik	[P.4]	FB 14	Vorlesung	2	5	
			Übung	1		
Physikalische Chemie III – Molekulare Spektroskopie	[P.5]	FB 14	Vorlesung	2	5	
			Übung	1		
Physikalisch-Chemische Experimente für Studierende der Naturwissenschaften	<i>Wahlpflichtmodul</i>	FB 14	Praktikum	8	6	
Summe					≥ 22	

Anwendungsfach Geowissenschaften

Es gelten die Modulbeschreibungen und die Bedingungen zum Erwerb von Kreditpunkten entsprechend der aktuell gültigen Fassungen der Prüfungsordnungen des Fachbereichs 11 für den Bachelor Studiengang Geowissenschaften.

Wenn im Bachelorstudium Mathematik **nicht** Geowissenschaften als Anwendungsfach gewählt wurde, so besteht das Anwendungsfach Geowissenschaften im Masterstudium Mathematik aus den im entsprechenden Anwendungsfachs des Bachelorstudiums beschriebenen Modulen.

Wenn im Bachelorstudium Mathematik bereits Geowissenschaften als Anwendungsfach gewählt wurde, so besteht das Anwendungsfach Geowissenschaften im Master aus den folgenden genannten Veranstaltungen im **Gesamtumfang von mindestens 22 CP**, welche nicht bereits im Bachelorstudium eingebracht wurden.

Modulname		Module	Zuordnung	Typ	SWS	CP
	<i>Lehrveranstaltungen:</i>					
Geophysik	Geophysik 1	BP12	FB 11	Vorlesung	2	3
				Übung	1	
	Geophysik 2			Vorlesung	2	4
				Übung	1	
<i>oder</i>						
Mineralogie	Kristallographie	BP4	FB 11	Vorlesung	2	3
				Übung	1	
	Mineralogie			Vorlesung	2	3
				Übung	1	
<i>Auswahl von aufbauenden Veranstaltungen:</i>						
Geophysikalische Methoden	Numerische Verfahren in der Geophysik	BWp1	FB 11	Vorlesung	2	4
				Übung	1	
Vertiefung Geophysik	Seismologie	BWp2	FB 11	Vorlesung	2	4
				Übung	1	
Vertiefung Geophysik	Geodynamik	BWp2	FB 11	Vorlesung	2	4
				Übung	1	
Vertiefung Geophysik	Angewandte Methoden	BWp2	FB 11	Vorlesung	2	4
				Übung	1	
Kristallographische Mineralogie;	Diffraktion	BWp3	FB 11	Vorlesung	2	3
				Übung	1	
Kristallographische Mineralogie	Kristallchemie	BWp3	FB 11	Vorlesung	1	2
				Übung	1	
Mineralogie-Kristallographie 1	Strukturbestimmung	MWp Min5	FB 11	Vorlesung	2	3
				Übung	1	
Mineralogie-Kristallographie 1	Kristallphysik	MWp Min5	FB 11	Vorlesung	2	3
				Übung	1	
Kristallographische Mineralogie		BWp3	FB 11	Seminar	2	2
Summe						≥ 22

Anwendungsfach Informatik

Es gelten die Modulbeschreibungen und die Bedingungen zum Erwerb von Kreditpunkten entsprechend der aktuell gültigen Fassungen der Prüfungsordnungen des Fachbereichs 12 für den Bachelor- bzw. Masterstudiengang Informatik.

Wenn im Bachelorstudium Mathematik **nicht** Informatik als Anwendungsfach gewählt wurde, so besteht das Anwendungsfach Informatik im Masterstudium Mathematik aus den im entsprechenden Anwendungsfachs des Bachelorstudiums beschriebenen Modulen.

Wenn im Bachelorstudium Mathematik bereits Informatik als Anwendungsfach gewählt wurde, aber die Veranstaltung Algorithmen und Datenstrukturen 2, B-ALGO2, noch nicht absolviert wurde, so besteht das Anwendungsfach Informatik im Master aus den Veranstaltungen

Modulname	Module	Zuordnung	Typ	SWS	Zyklus	CP
Ein Seminar aus dem Masterbereich Informatik		FB 12	Seminar	2		5
<i>und entweder:</i>						
Algorithmen und Datenstrukturen 2	B-ALGO2	FB 12	Vorlesung Übung	3 2	WiSe	8
<i>oder:</i>						
Grundlagen effizienter Algorithmen 1+2	B-GeA-12	FB 12	Vorlesung Übung	4 2	WiSe	10
Summe						13 bzw. 15

sowie einer zu **mindestens 22 CP** ergänzenden Wahl aus Wahlpflichtmodulen des Bachelor Informatik und Spezialisierungen des Master Informatik, die keine Seminare sind.

Wenn im Bachelorstudium Mathematik bereits Informatik als Anwendungsfach gewählt und die Veranstaltung Algorithmen und Datenstrukturen 2, B-ALGO2, absolviert wurde, so besteht das Anwendungsfach Informatik im Master aus einem Seminar des Masterbereich Informatik sowie einer zu **mindestens 22 CP** ergänzenden Wahl aus Wahlpflichtmodulen des Bachelor Informatik und Spezialisierungen des Master Informatik, die keine Seminare sind.

Anwendungsfach Meteorologie

Es gelten die Modulbeschreibungen und die Bedingungen zum Erwerb von Kreditpunkten entsprechend der aktuell gültigen Fassungen der Prüfungsordnungen des Fachbereichs 11 für den Bachelor Studiengang Meteorologie.

Wenn im Bachelorstudium Mathematik **nicht** Meteorologie als Anwendungsfach gewählt wurde, so besteht das Anwendungsfach Meteorologie im Masterstudium Mathematik aus den im entsprechenden Anwendungsfachs des Bachelorstudiums beschriebenen Modulen.

Wenn im Bachelorstudium Mathematik bereits Meteorologie als Anwendungsfach gewählt wurde, so besteht das Anwendungsfach Meteorologie im Master aus den folgenden genannten Veranstaltungen im **Gesamtumfang von mindestens 22 CP**, welche nicht bereits im Bachelorstudium eingebracht wurden.

Meteorologie						
Modulname	Module	Zuordnung	Typ	SWS	CP	
<i>Auswahl von EMETA oder EMETB:</i>						
Allgemeine Meteorologie	EMETA	FB 11	Vorlesung	3	6	
			Übung	2		
Allgemein Klimatologie	EMETA	FB 11	Vorlesung	2	4	
			Übung	2		
<i>oder:</i>						
Atmosphärendynamik 1	EMETB	FB 11	Vorlesung	2	5	
			Übung	2		
Atmosphärendynamik 2	EMETB	FB 11	Vorlesung	2	5	
			Übung	2		
<i>Auswahl von auf EMETA bzw. EMETB aufbauenden Veranstaltungen:</i>						
Numerische Wettervorhersage	METV	FB 11	Vorlesung	2	5	
			Übung	2		
Physik und Chemie der Atmosphäre 1	METPC	FB 11	Vorlesung	3	6	
			Übung	2		
Atmosphärendynamik 3	METTH	FB 11	Vorlesung	3	6	
			Übung	2		
Meteorologisches Instrumentenpraktikum 1	METP	FB 11	Praktikum	2	4	
Meteorologisches Seminar	METS	FB 11	Seminar	2	4	
Klimawandel	METK	FB 11	Vorlesung	2	4	
			Übung	1		
Atmosphärische Strahlung	METAS	FB 11	Vorlesung	2	4	
			Übung	1		
Statistische Methoden in Meteorologie und Klimatologie	METSTAT	FB 11	Vorlesung	2	4	
			Übung	1		
Synoptik	METSYN	FB 11	Vorlesung	2	4	
			Übung	1		
Summe						≥ 22

Anwendungsfach Philosophie

Es gelten die Modulbeschreibungen und die Bedingungen zum Erwerb von Kreditpunkten entsprechend der aktuell gültigen Fassung der Prüfungsordnung für den Bachelor Studiengang Philosophie im Nebenfach (Fachbereich 08).

Wenn im Bachelorstudium Mathematik **nicht** Philosophie als Anwendungsfach gewählt wurde, so können Master-Studenten der Mathematik für das Anwendungsfach Philosophie aus den folgenden Modulen wählen.

Philosophie					
Modulname	Module	Zuordnung	Typ	SWS	CP
Einführung in die Philosophie	BM 1 (NF)	FB 08	Vorlesung	4	10
Logik	BM 3	FB 08	Vorlesung	4	13
			Übung	2	
Seminare aus dem Bereich AM1–AM3 bzw. VM1–VM3				2	3
Summe					≥ 23

Wenn im Bachelorstudium Mathematik bereits Philosophie als Anwendungsfach gewählt wurde, so kann Philosophie **nicht** als Anwendungsfach im Master gewählt werden.

Anwendungsfach Physik

Es gelten die Modulbeschreibungen und die Bedingungen zum Erwerb von Kreditpunkten entsprechend der aktuell gültigen Fassungen der Prüfungsordnungen des Fachbereichs 13 für den Bachelor- bzw. Masterstudiengang Physik.

Wenn im Bachelorstudium Mathematik **nicht** Physik als Anwendungsfach gewählt wurde, so besteht das Anwendungsfach Physik im Masterstudium Mathematik aus den im entsprechenden Anwendungsfachs des Bachelorstudiums beschriebenen Modulen.

Wenn im Bachelorstudium Mathematik bereits Physik als Anwendungsfach gewählt wurde, so besteht das Anwendungsfach Physik im Master aus einer Auswahl von Veranstaltungen im **Gesamtumfang von 24 CP** der folgenden Liste, die nicht bereits im Bachelor eingebracht wurde. Es darf dabei nur höchstens eines der beiden Anfängerpraktika eingebracht werden. Ferner ist auf die Voraussetzungsempfehlungen der genannten Module der Studienordnung Bachelor Physik zu achten.

Modulname	Module	Zuordnung	Typ	SWS	CP	
Experimentalphysik 1: Mechanik, Thermodynamik	VEX1	FB 13	Vorlesung Übung	5 2	10	
Experimentalphysik 2: Elektrodynamik	VEX2	FB 13	Vorlesung Übung	4 2	8	
Experimentalphysik 3a: Optik	VEX2	FB 13	Vorlesung Übung	2 1	4	
Experimentalphysik 3b: Atome und Quanten	VEX2	FB 13	Vorlesung Übung	2 1	4	
Experimentalphysik 4a: Kerne und Elementarteilchen	VEX2	FB 13	Vorlesung Übung	2 1	4	
Experimentalphysik 4b: Festkörper	VEX2	FB 13	Vorlesung Übung	2 1	4	
<i>Höchstens eine Lehrveranstaltung aus den Folgenden²:</i>						
	Anfängerpraktikum 1	PEX1	FB 13	Praktikum	4	6
	<i>oder</i>					
	Anfängerpraktikum 2	PEX2	FB 13	Praktikum	4	6
Theoretische Physik 2: Klassische Mechanik	VTH2	FB 13	Vorlesung Übung	4 2,5	8	
Theoretische Physik 3: Klassische Elektrodynamik	VTH3	FB 13	Vorlesung Übung	4 2,5	8	
Theoretische Physik 4: Quantenmechanik	VTH4	FB 13	Vorlesung Übung	4 2,5	8	
Theoretische Physik 5: Thermodynamik und Statistische Physik	VTH5	FB 13	Vorlesung Übung	4 2,5	8	

²Für den Fall mangelnder Aufnahmekapazitäten in den Praktika wird auf die in der Ordnung des Bachelorstudiengangs Physik bestehende Regelung hingewiesen

Anwendungsfach Wirtschaftswissenschaften (WiWi)

Das Anwendungsfach Wirtschaftswissenschaften im Master-Studiengang Mathematik unterteilt sich in drei *Fachrichtungen*

- Betriebswirtschaftslehre (BWL),
- Finanzwirtschaft (Finance) und
- Volkswirtschaftslehre (VWL)

für die jeweils am Fachbereich 02 „Wirtschaftswissenschaften“ Kreditpunkte erworben werden. Es gelten die Modulbeschreibungen und die Bedingungen zum Erwerb von Kreditpunkten entsprechend der aktuell gültigen Fassungen der Prüfungsordnungen des Fachbereichs 02.

Fachrichtung Betriebswirtschaftslehre (BWL)

Wenn im Bachelorstudium Mathematik **nicht** Betriebswirtschaftslehre und **nicht** Finanzwirtschaft als Anwendungsfach gewählt wurde, so besteht das Anwendungsfach Betriebswirtschaftslehre im Masterstudium Mathematik aus den im entsprechenden Anwendungsfachs des Bachelorstudiums beschriebenen Modulen.

Wenn im Bachelorstudium Mathematik die Fachrichtung Finanzwirtschaft gewählt wurde, so kann die Fachrichtung Betriebswirtschaftslehre **nicht** im Masterstudium Mathematik gewählt werden.

Wenn im Bachelorstudium Mathematik die Fachrichtung Betriebswirtschaftslehre gewählt wurde, so besteht die Fachrichtung Betriebswirtschaftslehre im Master aus vier zulassungsoffenen Wahlpflichtmodulen der Bereiche *Accounting, Finance, Information Management, Marketing Analytics* und *Managerial Economics* des Masterstudiums Betriebswirtschaftslehre zu jeweils sechs Kreditpunkten:

	Zuordnung	CP
<i>4 zulassungsoffenen Wahlpflichtmodule der Bereiche Accounting, Finance, Information Management, Marketing Analytics und Managerial Economics zu je 6 CP</i>	FB 02	4 × 6
Summe		24

Fachrichtung Finanzwirtschaft (Finance)

Wenn im Bachelorstudium Mathematik **nicht** Betriebswirtschaftslehre und **nicht** Finanzwirtschaft als Anwendungsfach gewählt wurde, so besteht das Anwendungsfach Finanzwirtschaft im Masterstudium Mathematik aus den im entsprechenden Anwendungsfachs des Bachelorstudiums beschriebenen Modulen.

Wenn im Bachelorstudium Mathematik die Fachrichtung Betriebswirtschaftslehre gewählt wurde, so kann die Fachrichtung Finanzwirtschaft **nicht** im Masterstudium Mathematik gewählt werden.

Wenn im Bachelorstudium Mathematik die Fachrichtung Finanzwirtschaft gewählt wurde, so besteht die Fachrichtung Finanzwirtschaft im Master aus vier zulassungsoffenen Wahlpflichtmodulen des Bereichs *Finance* des Masterstudiums Betriebswirtschaftslehre zu jeweils sechs Kreditpunkten:

	Zuordnung	CP
<i>4 zulassungsoffenen Wahlpflichtmodule des Bereichs Finance zu je 6 CP</i>	FB 02	4 × 6
Summe		24

Fachrichtung Volkswirtschaftslehre (VWL)

Wenn im Bachelorstudium Mathematik **nicht** Volkswirtschaftslehre als Anwendungsfach gewählt wurde, so besteht das Anwendungsfach Volkswirtschaftslehre im Masterstudium Mathematik aus den im entsprechenden Anwendungsfachs des Bachelorstudiums beschriebenen Modulen.

Wenn im Bachelorstudium Mathematik die Fachrichtung Volkswirtschaftslehre gewählt wurde, so besteht die Fachrichtung Volkswirtschaftslehre aus 2 **zulassungsoffenen** Grundlagenmodulen zu je sechs Kreditpunkten sowie aus jeweils einem **zulassungsoffenen** Modul des Bereichs *Public Policy* und des Bereichs *International Economics* des Masterstudiengangs International Economics and Economic Policy zu je sechs Kreditpunkten.

Modulname	Module	Zuordnung	Typ	SWS	CP	
<i>Zwei Lehrveranstaltungen aus den Folgenden:</i>						
	Fundamentals of Microeconomics	FMIC	FB 02	Vorlesung Übung	2 1	6
	<i>oder</i>					
	Fundamentals of Macroeconomics	FMAC	FB 02	Vorlesung Übung	2 1	6
	<i>oder</i>					
	Fundamentals of Econometrics	FECO	FB 02	Vorlesung Übung	2 1	6
<i>Ein zulassungsoffenes Wahlpflichtmodule des Bereichs Public Policy</i>					6	
<i>Ein zulassungsoffenes Wahlpflichtmodule des Bereichs International Economics</i>					6	
Summe					24	

Die Unterrichts- und Prüfungssprache der obengenannten Lehrveranstaltungen ist in der Regel **Englisch**.