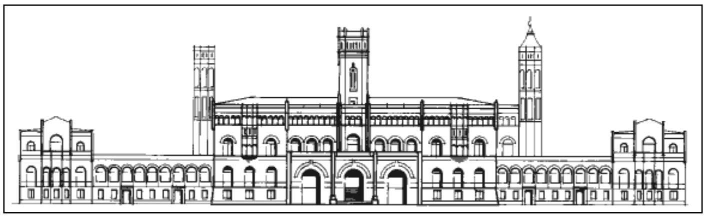
Bachelorstudiengang Mathematik
Masterstudiengang Mathematik

Modulkatalog

Stand 26.09.2016

Fakultät für Mathematik und Physik
der Leibniz Universität Hannover



Kontakt
Studiendekanat der Fakultät für Mathematik und Physik
Appelstr. 11 A
30167 Hannover
Tel.: 0511/ 762-4466
studiensekretariat@maphy.uni-hannover.de

Studiendekan
Prof. Dr. Roger Bielawski
Welfengarten 1
30167 Hannover
studiendekan@maphy.uni-hannover.de

Studiengangskoordination
Dipl. Ing. Axel Köhler
Dr. Katrin Radatz
Appelstr. 11 A
30167 Hannover
Tel.: 0511/ 762-5450
sgk@maphy.uni-hannover.de

Vorbemerkung

Der Modulkatalog Mathematik besteht aus zwei Teilen, den Modulbeschreibungen und dem Anhang mit den Vorlesungsbeschreibungen. Da in den Wahlmodulen verschiedene Vorlesungen gewählt werden können, werden diese im Anhang ausführlicher beschrieben. So sind in solchen Fällen die Angaben zu den Inhalten und der Häufigkeit des Angebots bei den Vorlesungen und nicht bei den Modulen zu finden.

Bitte beachten Sie, dass es sich hier um eine Zusammenstellung der Vorlesungen der Mathematik handelt, die regelmäßig angeboten werden. Insbesondere können weitere Vorlesungen im Vorlesungsverzeichnis den Wahlpflichtmodulen und den Wahlmodulen zugeordnet werden.

Der Modulkatalog sollte auch als Ergänzung zur Prüfungsordnung verstanden werden. Die aktuelle Version unserer Prüfungsordnung finden Sie unter

http://www.uni-hannover.de/de/studium/studiengaenge/mathe/ordnungen/index.php

Inhaltsverzeichnis

Studienverlaufsplan

	1. Semester	2. Semester	3. Semester	4. Semester	5. Semester	6. Semester	LP
Grundlagen	Analysis I 10 LP, SL, PL	Analysis II 10 LP, SL, PL	(Analysis III 10 LP, SL, PL)	Stochastik I 10 LP, SL, PL	Analysis III 10 LP, SL, PL		84
	Lineare Algebra I 10 LP, SL, PL	Lineare Algebra II 10 LP, SL, PL	Algebra I 10 LP, SL, PL				
			Numerische Mathematik I 10 LP, SL, PL				
			Algorithmisches Programmieren 4 LP, PL				
Schlüssel kompetenzen			Seminar 5 LP, SL				5
Proseminar			Proseminar 5 LP, PL				5
Wahlbereich				Vorlesungen im Umfang von 40 LP, 4xSL, 4xPL			40
Informatik			Grundlagen der theoretischen Informatik 5 LP, SL, PL		Datenstrukturen und Algorithmen 5 LP, SL, PL		10
Anwendungsfach	Anwendungsfächer sind: Betriebswirtschaft, Geodäsie und Geoinformatik, Informatik, Philosophie, Physik und Volkswirtschaftslehre. Andere Fächer sind auf Antrag möglich. 18 LP						18
Seminar					Seminar 5 LP, PL		5
Bachelorarbeit						Bachelorarbeit 13 LP	13
Leistungspunkte/Prüfungsleistungen	20/2	20/2	Je nach individueller Planung unterschiedlich				**180**

Module im Bachelor Mathematik

Pflichtmodule Bachelor

Modulname, Nr.	**Analysis I**		**0201**
Regelmäßigkeit	Wintersemester, jährlich		
Modulverantwortung	Institut für Analysis und Institut für Differentialgeometrie		
Art der Lehrveranstaltungen (SWS)	Vorlesung „Analysis I" (4 SWS) Übung zu „Analysis I" (2 SWS)		
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Studienleistung: Übung Prüfungsleistung: Klausur		
Notenzusammensetzung	Note der Klausur		
Leistungspunkte (ECTS): 10	**Präsenzstudium (h):** 90	**Selbststudium (h):** 210	

Kompetenzziele:

Kompetenz im Umgang mit mathematischer Sprache. Grundlegendes Verständnis für korrekte Lösung mathematischer Aufgaben mit Hilfe von eindimensionalen Konvergenzbetrachtungen, Differential- und Integralrechnung. Aufgrund der Übung sind die Studierenden vertraut mit mathematisch exakten Formulierungen und Schlussweisen in einfachen Kontexten und fähig, diese vorzutragen.

Inhalte:

- Zahlbereiche, systematische Einführung reeller Zahlen;
- Folgen und Reihen;
- Konvergenz und Stetigkeit;
- Differentialrechnung für Funktionen in einer Variablen;
- Integralrechnung für Funktionen in einer Variablen.

Grundlegende Literatur:

- 🕮 H. Amann & J. Escher:*Analysis I*, Birkhäuser Verlag, 2002
- 🕮 O. Forster:*Analysis 1*, Vieweg+Teubner 2008
- 🕮 K. Königsberger: *Analysis 1*, Springer Verlag 2004

Empfohlene Vorkenntnisse:

Schulkenntnisse in Mathematik (gymnasiale Oberstufe)

ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:

Verwendbarkeit:

- Bachelorstudiengang Mathematik
- Fächerübergreifender Bachelorstudiengang

Modulname, Nr.	Analysis II		0202
Regelmäßigkeit	Sommersemester, jährlich		
Modulverantwortung	Institut für Analysis und Institut für Differentialgeometrie		
Lehrveranstaltungen (SWS)	Vorlesung „Analysis II“ (4 SWS) Übung zu „Analysis II“ (2 SWS)		
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Studienleistung: Übung Prüfungsleistung: Klausur		
Notenzusammensetzung	Note der Klausur		
Leistungspunkte (ECTS): 10	Präsenzstudium (h): 90	Selbststudium (h): 210	

Kompetenzziele:

Grundlegendes Verständnis für die korrekte Lösung mathematisch-naturwissenschaftlicher Aufgaben mit Hilfe mehrdimensionaler Konvergenzbetrachtungen, Differential- und Integralrechnung. Sichere Beherrschung der entsprechenden Methoden und der mathematischen Beweistechniken. Teamfähigkeit durch Bearbeitung von Aufgaben in Gruppen und deren Besprechung in der Übung.

Inhalte:

- Topologische Grundbegriffe wie metrische und normierte Räume, Konvergenz, Stetigkeit, Vollständigkeit, Kompaktheit;
- Differentiation von Funktionen in mehreren Variablen, totale und partielle Differenzierbarkeit, Satz über Umkehrfunktionen und implizite Funktionen, lokale Extrema mit und ohne Nebenbedingungen; Vektorfelder und Potentiale;
- gewöhnliche Differentialgleichungen, Existenz, Eindeutigkeit, elementare Lösungsmethoden.

Grundlegende Literatur:

- 🕮 H. Amann & J. Escher: *Analysis Ii*, Birkhäuser Verlag, 1999
- 🕮 O. Forster: *Analysis 2*, Vieweg+Teubner, 2006
- 🕮 J. Jost: *Postmodern Analysis*, Springer Verlag 2005
- 🕮 K. Königsberger: *Analysis 2*, Springer Verlag 2004

Empfohlene Vorkenntnisse:

- Lineare Algebra I
- Analysis I

ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:

Verwendbarkeit:

- Bachelorstudiengang Mathematik
- Fächerübergreifender Bachelorstudiengang

Modulname, Nr.	Fortgeschrittene analytische Methoden	0203
Regelmäßigkeit	Wintersemester, jährlich	
Modulverantwortung	Institut für Analysis und Institut für Differentialgeometrie	
Lehrveranstaltungen (SWS)	Vorlesung „Analysis III" (4 SWS) Übung zu „Analysis III" (2 SWS)	
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Studienleistung: Übung Prüfungsleistung: Klausur oder mündliche Prüfung	
Notenzusammensetzung	Note der Klausur oder der mündlichen Prüfung	
Leistungspunkte (ECTS): 10	Präsenzstudium (h): 90	Selbststudium (h): 210

Kompetenzziele:

Vertieftes Verständnis für analytische Methoden, insbesondere in der Maß- und Integrationstheorie sowie der Vektoranalysis. Fähigkeit zur selbständigen Erarbeitung schwierigerer mathematischer Argumentationen zu Themen der Vorlesung und deren Präsentation in den Übungsgruppen.

Inhalte:
Elemente der Lebesgueschen Maßtheorie; mehrdimensionales Lebesguesches Integral mit wesentlichen Sätzen (monotone und dominierte Konvergenz, Satz von Fubini, Transformationssatz);Vektoranalysis;Integralsätze;Mannigfaltigkeiten.

Grundlegende Literatur:

- 🕮 H. Amann & J. Escher:*Analysis III*
- 🕮 W. M. Boothby: *An introduction to differentiable manifolds and Riemannian geometry*, Academic Press
- 🕮 O. Forster:*Analysis 3*, Vieweg+Teubner, 2008
- 🕮 J. Jost: *Postmodern Analysis*, Springer Verlag 2005

Empfohlene Vorkenntnisse:

- Analysis I + II

ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:

Verwendbarkeit:

- Bachelorstudiengang Mathematik

Modulname, Nr.	Algebraische Methoden I		0101
Regelmäßigkeit	Wintersemester, jährlich		
Modulverantwortung	Institut für Algebra, Zahlentheorie und Diskrete Mathematik und Institut für Algebraische Geometrie		
Lehrveranstaltungen (SWS)	Vorlesung „Lineare Algebra I" (4 SWS) Übung zu „Lineare Algebra I" (2 SWS)		
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Die Studienleistung ist im Rahmen der Übung zu „Lineare Algebra I" zu erbringen. Prüfungsleistung: Klausur zu „Lineare Algebra I"		
Notenzusammensetzung	Note der Klausur		
Leistungspunkte (ECTS): 15	Präsenzstudium (h): 135	Selbststudium (h): 315	

Kompetenzziele:
Grundlegendes Verständnis für mathematische Denkweisen und ihre Anwendung auf verschiedene Probleme. Sicherer Umgang mit linearen Gleichungssystemen und den zugehörigen Lösungsmethoden und fundierte Kenntnisse der zugrundeliegenden algebraischen Strukturen. Ausdrucksfähigkeit in der Darstellung mathematischer Argumentationen und Kenntnis der dazu geeigneten Methoden.

Inhalte:
Lineare Algebra I:
- Grundlegende Eigenschaften von Vektorräumen (Basis und Dimension);
- lineare Abbildungen und Matrizen;
- Determinanten;
- lineare Gleichungssysteme mit Lösungsverfahren (Gauß-Algorithmus);
- Eigenwerte und Eigenvektoren;
- Diagonalisierung.

Grundlegende Literatur:
- 🕮 Lineare Algebra I: G. Fischer: *Lineare Algebra*
- 🕮

Empfohlene Vorkenntnisse:
- Schulkenntnisse in Mathematik (gymnasiale Oberstufe)
-

ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:

Verwendbarkeit:
- Bachelorstudiengang Mathematik
- Als Modul Lineare Algebra I auch für: Fächerübergreifender Bachelorstudiengang

Modulname, Nr.	Schlüsselkompetenzen: Computeralgebra	???
Regelmäßigkeit	Wintersemester, jährlich	
Modulverantwortung	Institut für Algebra, Zahlentheorie und Diskrete Mathematik und Institut für Algebraische Geometrie	
Lehrveranstaltungen (SWS)	Praktikum „Computeralgebra“ (3 SWS)	
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Studienleistung nach Wahl des Dozenten	
Notenzusammensetzung		
Leistungspunkte (ECTS): 5	**Präsenzstudium (h):** 60	**Selbststudium (h):** 90

Kompetenzziele:

Befähigung zum sinnvollen und gezielten Einsatz von Computeralgebrasystemen als Hilfsmittel bei der Lösung von Problemstellungen aus der Analysis und der Linearen Algebra; insbesondere Auswahl der geeigneten Werkzeuge, Erkennen und Vermeiden von Fehlerquellen, Kennenlernen der Grenzen solcher Systeme, Einsatz von Visualisierung sowie Programmieren kleinerer eigener Prozeduren.

Inhalte:

- Grundlegende Funktionsweise und Verwendung eines Computeralgebrasystems;
- exemplarische Anwendungen aus der Linearen Algebra (wie Lösen linearer Gleichungssysteme, lineare Abbildungen, Basiswechsel), aus der Analysis (wie Nullstellenbestimmung, Differenzieren, Bestimmung von Extrema, Visualisierung von Graphen von Funktionen), im Zusammenhang mit Schulmathematik (wie größter gemeinsamer Teiler, Kegelschnitte inklusive Visualisierung);
  Ausblicke in Form kleiner Projekte: z.B. Lösungsmengenpolynomialer Gleichungen in 1,2 und 3 Veränderlichen in Visualisierung, chinesischer Restsatz.

Grundlegende Literatur:

- T.Theobald, S. Iliman: Einführung in die Computerorientierte Mathematik, Springer Spektrum 2015

Empfohlene Vorkenntnisse:

- Lineare Algebra, Analysis
- erste Erfahrungen im Umgang mit einem Computer

ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:

Verwendbarkeit:

- Bachelorstudiengang Mathematik

Modulname, Nr.	Algebraische Methoden II		0102
Regelmäßigkeit	Sommersemester, jährlich		
Modulverantwortung	Institut für Algebra, Zahlentheorie und Diskrete Mathematik und Institut für Algebraische Geometrie		
Lehrveranstaltungen (SWS)	Vorlesung „Lineare Algebra II" (4 SWS) Übung zu „Lineare Algebra II" (2 SWS)		
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Die Studienleistung ist im Rahmen der Übung zu erbringen. Prüfungsleistung: Klausur		
Notenzusammensetzung	Note der Klausur		
Leistungspunkte (ECTS): 10	**Präsenzstudium (h):** 90	**Selbststudium (h):** 210	

Kompetenzziele:

Erweiterte mathematische Methodenkompetenz in Bezug auf lineare Strukturen und vertieftes Verständnis für algebraische Methoden und ihre Bezüge zu geometrischen Fragestellungen. Ausdrucksfähigkeit in der Darstellung mathematischer Argumentationen. Kompetenz bei der Anwendung mathematischer Theorien.

Inhalte:

- euklidische und unitäre Vektorräume;
- Orthonormalisierungsverfahren;
- orthogonale und unitäre Endomorphismen;
- Quadriken;
- Jordansche Normalform;
- multilineare Algebra.

Grundlegende Literatur:

📖 G. Fischer: *Lineare Algebra*

Empfohlene Vorkenntnisse:

- Algebraische Methoden I

ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:

Verwendbarkeit:

- Bachelorstudiengang Mathematik

Modulname, Nr.	Fortgeschrittene algebraische Methoden		0103
Regelmäßigkeit	Wintersemester, jährlich		
Modulverantwortung	Institut für Algebra, Zahlentheorie und Diskrete Mathematik und Institut für Algebraische Geometrie		
Lehrveranstaltungen (SWS)	Vorlesung „Algebra I“ (4 SWS) Übung zu „Algebra I“ (2 SWS)		
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Die Studienleistung ist im Rahmen der Übung zu erbringen. Prüfungsleistung: Klausur oder mündliche Prüfung		
Notenzusammensetzung	Note der Klausur oder der mündlichen Prüfung		
Leistungspunkte (ECTS): 10	Präsenzstudium (h): 90	Selbststudium (h): 210	

Kompetenzziele:

Vertiefung des Verständnisses für algebraische Strukturen; Einsicht in Querbezüge in der Mathematik durch Anwendungen algebraischer Methoden im Bereich der elementaren Zahlentheorie und bei der Lösung klassischer geometrischer Konstruktionsprobleme. Fähigkeit zur selbständigen Erarbeitung schwierigerer mathematischer Argumentationen zu Themen der Vorlesung und deren Präsentation in den Übungsgruppen.

Inhalte:

Arithmetik der ganzen Zahlen; Gruppen (Permutationsgruppen, Symmetriegruppen, Gruppenoperationen); Ringe (Ideale, Polynomringe, Teilbarkeit, euklidische Ringe, Primfaktorzerlegung); Arithmetik modulo n (Kongruenzen, prime Restklassengruppen);Körper (algebraische Körpererweiterungen, Konstruktionen mit Zirkel und Lineal, Kreisteilungskörper, endliche Körper).

Grundlegende Literatur:

- 🕮 G. Fischer: *Lehrbuch der Algebra*
- 🕮 E. Kunz: *Algebra*
- 🕮 J. Wolfart: *Einführung in die Zahlentheorie und Algebra*

Empfohlene Vorkenntnisse:

- Algebraische Methoden I + II

ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:

Verwendbarkeit:

- Bachelorstudiengang Mathematik

Als Modul „Algebra I“ auch für:

- Fächerübergreifender Bachelorstudiengang
- Masterstudiengang Lehramt Gymnasium (Zweitfach)

Modulname, Nr.	Praktische Verfahren der Mathematik	0301
Regelmäßigkeit	Wintersemester und Sommersemester, jährlich	
Modulverantwortung	Institut für Angewandte Mathematik	
Lehrveranstaltungen (SWS)	Vorlesung „Numerische Mathematik I“ (4 SWS) Übung zu „Numerische Mathematik I“ (2 SWS) Vorlesung „Algorithmisches Programmieren“ (2SWS) Übung zu „Algorithmisches Programmieren“ (1 SWS)	
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Studienleistung: Die Übung zu „Numerische Mathematik I“ Prüfungsleistung: Klausur zu „Numerische Mathematik I“ und praktische Programmierprüfung zu „Algorithmisches Programmieren“	
Notenzusammensetzung	Gewichtetes Mittel der Note der Klausur (Gewicht 10) und der praktischen Programmierprüfung (Gewicht 4)	
Leistungspunkte (ECTS): 14	**Präsenzstudium (h):** 180	**Selbststudium (h):** 240

Kompetenzziele:
Numerische Mathematik I: Kenntnis numerischer Methoden zur näherungsweisen Lösung einfacher mathematischer Problemstellungen. Einschätzung der Eignung verschiedener Methoden. Erkennen der Anwendbarkeitsgrenzen numerischer Methoden.

Algorithmisches Programmieren: Befähigung zum Einsatz von Programmiersprachen bei der Modellierung und Behandlung von Problemstellungen aus verschiedenen Gebieten der Mathematik und ihrer Anwendungsbereiche.

Inhalte:
Numerische Mathematik I: Interpolation von Funktionen durch Polynome und Splines, Quadraturformeln zur numerischen Integration, direkte Verfahren für lineare Gleichungssysteme: LR- und Cholesky-Zerlegung, iterative Verfahren für lineare Gleichungssysteme: Jacobi-, Gauss-Seidel, CG, Newton-Verfahren für nichtlineare Gleichungssysteme, Kondition mathematischer Problemstellungen und Stabilität numerischer Algorithmen.

Algorithmisches Programmieren:
Implementieren und Testen elementarer numerischer Algorithmen in einer höheren Programmiersprache.

Grundlegende Literatur:
- 🕮 Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri: *Numerische Mathematik I und II*,Springer-Verlag.
- 🕮 Ch. Eck, H. Garcke, P. Knabner: *Mathematische Modellbildung*, Springer-Verlag.

Empfohlene Vorkenntnisse:
- Lineare Algebra I (und II) und Analysis I (und II)

ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:

Verwendbarkeit:
- Bachelorstudiengang Mathematik

Modulname, Nr.	Stochastische Methoden	0401
Regelmäßigkeit	Sommersemester, jährlich	
Modulverantwortung	Institut für Mathematische Stochastik	
Lehrveranstaltungen (SWS)	Vorlesung „Mathematische Stochastik I“ (4 SWS) Übung zu „Mathematische Stochastik I“ (2 SWS)	
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Studienleistung: Übung Prüfungsleistung: Klausur	
Notenzusammensetzung	Note der Klausur	
Leistungspunkte (ECTS): 10	Präsenzstudium (h): 90	Selbststudium (h): 210

Kompetenzziele:

Wissen über Grundlagen der Kombinatorik, Wahrscheinlichkeitstheorie und statistischer Methoden. Verständnis der Modelle, Beherrschung elementarer stochastischer Denkweisen und Beweistechniken. Fähigkeit zur mathematischen Beschreibung und Analyse einfacher zufallsabhängiger Problemstellungen und zum Lösen einfacher Aufgaben mit Präsentation in der Übung

Inhalte:
Die Vorlesung Stochastik I bietet eine Einführung in die Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik.

Zu den Themen zählen:

- Grundbegriffe der Kombinatorik
- Axiomensystem der klassischen Wahrscheinlichkeitstheorie
- Bedingte Wahrscheinlichkeiten und Unabhängigkeit
- Zufallsvariablen und ihre Verteilungen
- Erwartungswert und Varianz
- Konvergenzbegriffe der Stochastik
- Grenzwertsätze für Summen von unabhängigen Zufallsvariablen
- Grundlagen der deskriptiven und beurteilenden Statistik
-

Grundlegende Literatur:

- Georgii, H.: *Stochastik*, de Gruyter
- Jacod, J. & Protter. P: *Probability Essentials*, Springer
- Krengel, U.: *Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik*

Empfohlene Vorkenntnisse:
- Lineare Algebra I (und II)
- Analysis I (und II)

ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:

Verwendbarkeit:
- Bachelorstudiengang Mathematik
- Fächerübergreifender Bachelorstudiengang (Erstfach)
- Masterstudiengang Lehramt Gymnasium (Zweitfach)

Modulname, Nr.	Proseminar	0001
Regelmäßigkeit	Wintersemester und Sommersemester, jährlich	
Modulverantwortung	Institute der Mathematik	
Lehrveranstaltungen (SWS)	Proseminar (2 SWS)	
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Seminarleistung mit schriftlicher Ausarbeitung	
Notenzusammensetzung	Note der Seminarleistung	
Leistungspunkte (ECTS): 5	Präsenzstudium (h): 30	Selbststudium (h): 120

Kompetenzziele:

Schriftliche Darstellung eines konkreten mathematischen Themas, seines Umfeldes und gegebenenfalls seines historischen Hintergrundes. Mündliche Präsentation der Ergebnisse. Fähigkeit zur Diskussion mit anderen Teilnehmenden. Einsatz geeigneter Medien (Wandtafel, PC, Projektor) bei der Vorbereitung und Präsentation.

Inhalte:
Unterschiedlich, je nach Thematik der Proseminare.

Grundlegende Literatur:
Unterschiedlich, je nach Thematik der Proseminare.

Empfohlene Vorkenntnisse:
Analytische und algebraische Methoden

ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:

Verwendbarkeit:
- Bachelorstudiengang Mathematik

Wahlpflichtmodule Bachelor

Modulname, Nr.	**Grundlagen Bachelor Algebra, Zahlentheorie, Diskrete Mathematik**	**0104**
Modulverantwortung	Institut für Algebra, Zahlentheorie und Diskrete Mathematik und Institut für Algebraische Geometrie	
Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung (4+2): **Algebra II** oder **Diskrete Mathematik** (siehe Anhang) Alternative Veranstaltungen können diesem Modul im Vorlesungsverzeichnis zugeordnet sein.	
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Studienleistung: nach Wahl der Dozentin oder des Dozenten Prüfungsleistung: mündliche Prüfung oder Klausur	
Leistungspunkte (ECTS): 10	**Präsenzstudium (h):** 90	**Selbststudium (h):** 210
Kompetenzziele: Erweiterte Kenntnisse in einem Bereich der Algebra oder Grundlagenkenntnisse der Zahlentheorie, Verständnis für relationale und operationale Strukturen sowie deren algebraische Behandlung. Kenntnis grundlegender Funktionen der Kombinatorik, ihrer Methoden und Anwendungen. Sicheres Beherrschen mathematischer Denkweise und Argumentation. Studierende sind in der Lage konkrete Aufgaben unter Anwendung geeigneter Methoden zu lösen.		
ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:		
Verwendbarkeit: • Bachelorstudiengang Mathematik		

Modulname, Nr.	**Grundlagen Bachelor Analysis**	**0204**
Modulverantwortung	Institut für Analysis und Institut für Differentialgeometrie	
Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung (4+2): **Funktionentheorie** oder **Mannigfaltigkeiten** (siehe Anhang) Alternative Veranstaltungen können diesem Modul im Vorlesungs-verzeichnis zugeordnet sein.	
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Studienleistung: nach Wahl der Dozentin oder des Dozenten Prüfungsleistung: mündliche Prüfung oder Klausur	
Leistungspunkte (ECTS): 10	**Präsenzstudium (h):** 90	**Selbststudium (h):** 210
Kompetenzziele: Erweiterte Aneignung analytischer Denkweisen anhand von Themen der Funktionentheorie, Topologie und Funktionalanalysis. Sicheres Beherrschen mathematischer Denkweise und Argumentation. Studierende sind in der Lage konkrete Aufgaben unter Anwendung geeigneter Methoden zu lösen.		
ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:		
Verwendbarkeit: • Bachelorstudiengang Mathematik		

Modulname, Nr.	**Grundlagen Bachelor Geometrie**			**0501**
Modulverantwortung	Institut für Algebraische Geometrie und Institut für Differentialgeometrie			
Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung (4+2): **Algebra II** oder **Mannigfaltigkeiten** (siehe Anhang) Alternative Veranstaltungen können diesem Modul im Vorlesungs-verzeichnis zugeordnet sein.			
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Studienleistung: nach Wahl der Dozentin oder des Dozenten Prüfungsleistung: mündliche Prüfung oder Klausur			
Leistungspunkte (ECTS): 10	**Präsenzstudium (h):** 90	**Selbststudium (h):** 210		
Kompetenzziele: Verständnis für geometrische Konstruktionen, räumliche Strukturen und das Zusammenspiel von algebraischen, geometrischen, analytischen und topologischen Methoden. Sicheres Beherrschen mathematischer Denkweise und Argumentation. Studierende sind in der Lage konkrete Aufgaben unter Anwendung geeigneter Methoden zu lösen.				
ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:				
Verwendbarkeit: • Bachelorstudiengang Mathematik				

Modulname, Nr.	**Grundlagen Bachelor Numerik**			**0302**
Modulverantwortung	Institut für Angewandte Mathematik			
Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung (4+2): **Numerische Mathematik II** (siehe Anhang) Alternative Veranstaltungen können diesem Modul im Vorlesungs-verzeichnis zugeordnet sein.			
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Studienleistung: nach Wahl der Dozentin oder des Dozenten Prüfungsleistung: mündliche Prüfung oder Klausur			
Leistungspunkte (ECTS): 10	**Präsenzstudium (h):** 90	**Selbststudium (h):** 210		
Kompetenzziele: Kenntnisse numerischer Methoden zur näherungsweisen Lösung anspruchsvollerer mathematischer Problemstellungen. Einschätzung der Eignung verschiedener Methoden je nach Gegebenheit und der Grenzen der Anwendbarkeit numerischer Methoden. Sicheres Beherrschen mathematischer Denkweise und Argumentation. Studierende sind in der Lage konkrete Aufgaben unter Anwendung geeigneter Methoden zu lösen.				
ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:				
Verwendbarkeit: • Bachelorstudiengang Mathematik				

Modulname, Nr.	Grundlagen Bachelor Stochastik			0402
Modulverantwortung	Institut für Mathematische Stochastik			
Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung (4+2): **Stochastik II** (siehe Anhang) Alternative Veranstaltungen können diesem Modul im Vorlesungs-verzeichnis zugeordnet sein.			
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Studienleistung: nach Wahl der Dozentin oder des Dozenten Prüfungsleistung: mündliche Prüfung oder Klausur			
Leistungspunkte (ECTS): 10	**Präsenzstudium (h):** 90		**Selbststudium (h):** 210	
Kompetenzziele: Erweiterte Grundkenntnisse der Stochastik und ihrer Anwendungen; Sicheres Beherrschen mathematischer Denkweise und Argumentation. Studierende sind in der Lage konkrete Aufgaben unter Anwendung geeigneter Methoden zu lösen.				
ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:				
Verwendbarkeit: • Bachelorstudiengang Mathematik				

Modulname, Nr.	Spezialisierung Bachelor Algebra, Zahlentheorie, Diskrete Mathematik			0105
Modulverantwortung	Institut für Algebra, Zahlentheorie und Diskrete Mathematik und Institut für Algebraische Geometrie			
Lehrveranstaltungen	Vorlesungen nach Anhang, die diesem Modul zugeordnet sind. Im Vorlesungsverzeichnis können diesem Modul weitere Vorlesungen zugeordnet werden.			
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Studienleistung: nach Wahl der Dozentin oder des Dozenten Prüfungsleistung: mündliche Prüfung			
Leistungspunkte (ECTS): 10	**Präsenzstudium (h):** 90		**Selbststudium (h):** 210	
Kompetenzziele: Vertieftes Verständnis für algebraische Denkweisen und Methoden, gute inhaltliche Kenntnisse in zwei Teilbereichen der Algebra oder Zahlentheorie. Vertiefte Kenntnisse der Theorie relationaler und operationaler Strukturen und ihrer Anwendungen, z. B. im Bereich der Codierung, der angewandten Algebra oder der algebraischen Kombinatorik. Die Studierenden haben die logische Struktur des Gebietes nachvollzogen, sind in der Lage die wichtigsten Aussagen herzuleiten und kennen die prominenten Beispiele. Studierende sind in der Lage, Probleme auf dem Gebiet zu analysieren, geeignete Lösungsmethoden zu identifizieren und anzuwenden. Sie sind fähig, das Vorgehen zu begründen und verständlich zu erklären.				
ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:				
Verwendbarkeit: • Bachelorstudiengang Mathematik				

Modulname, Nr.	Spezialisierung Bachelor Analysis			0205
Modulverantwortung	Institut für Analysis und Institut für Differentialgeometrie			
Lehrveranstaltungen	Vorlesungen nach Anhang, die diesem Modul zugeordnet sind. Im Vorlesungsverzeichnis können diesem Modul weitere Vorlesungen zugeordnet werden.			
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Studienleistung: nach Wahl der Dozentin oder des Dozenten Prüfungsleistung: mündliche Prüfung			
Leistungspunkte (ECTS): 10	Präsenzstudium (h): 90	Selbststudium (h): 210		

Kompetenzziele:

Vertieftes Verständnis für allgemeine analytische, topologische und funktionentheoretische Methoden, Kenntnis qualitativer Methoden zur Untersuchung und Lösung gewöhnlicher und partieller Differentialgleichungen. Die Studierenden haben die logische Struktur des Gebietes nachvollzogen, sind in der Lage die wichtigsten Aussagen herzuleiten und kennen die prominenten Beispiele. Studierende sind in der Lage Probleme auf dem Gebiet zu analysieren, geeignete Lösungsmethoden zu identifizieren und anzuwenden. Sie sind fähig, das Vorgehen zu begründen und verständlich zu erklären.

ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:

Verwendbarkeit:
- Bachelorstudiengang Mathematik

Modulname, Nr.	Spezialisierung Bachelor Geometrie			0502
Modulverantwortung	Institut für Algebraische Geometrie und Institut für Differentialgeometrie			
Lehrveranstaltungen	Vorlesungen nach Anhang, die diesem Modul zugeordnet sind. Im Vorlesungsverzeichnis können diesem Modul weitere Vorlesungen zugeordnet werden.			
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Studienleistung: nach Wahl der Dozentin oder des Dozenten Prüfungsleistung: mündliche Prüfung			
Leistungspunkte (ECTS): 10	Präsenzstudium (h): 90	Selbststudium (h): 210		

Kompetenzziele:

Vertiefte Kenntnisse der Zusammenhänge zwischen algebraischen, geometrischen, analytischen und topologischen Strukturen, Verbindung von räumlicher Anschauung mit axiomatischen Begriffsbildungen**.** Die Studierenden haben die logische Struktur des Gebietes nachvollzogen, sind in der Lage die wichtigsten Aussagen herzuleiten und kennen die prominenten Beispiele. Studierende sind in der Lage Probleme auf dem Gebiet zu analysieren, geeignete Lösungsmethoden zu identifizieren und anzuwenden. Sie sind fähig, das Vorgehen zu begründen und verständlich zu erklären.

ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:

Verwendbarkeit:
- Bachelorstudiengang Mathematik

Modulname, Nr.	Spezialisierung Bachelor Numerik			0303
Modulverantwortung	Institut für Angewandte Mathematik			
Lehrveranstaltungen	Vorlesungen nach Anhang, die diesem Modul zugeordnet sind. Im Vorlesungsverzeichnis können diesem Modul weitere Vorlesungen zugeordnet werden.			
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Studienleistung: nach Wahl der Dozentin oder des Dozenten Prüfungsleistung: mündliche Prüfung			
Leistungspunkte (ECTS): 10	Präsenzstudium (h): 90		Selbststudium (h): 210	

Kompetenzziele:

Vertiefte Kenntnisse numerischer Methoden zur approximativen Lösung konkreter mathematischer Problemstellungen. Die Studierenden haben die logische Struktur des Gebietes nachvollzogen, sind in der Lage die wichtigsten Aussagen herzuleiten und kennen die prominenten Beispiele. Studierende sind in der Lage Probleme auf dem Gebiet zu analysieren, geeignete Lösungsmethoden zu identifizieren und anzuwenden. Sie sind fähig, das Vorgehen zu begründen und verständlich zu erklären.

ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:

Verwendbarkeit:
- Bachelorstudiengang Mathematik

Modulname, Nr.	Spezialisierung Bachelor Stochastik			0403
Modulverantwortung	Institut für Mathematische Stochastik			
Lehrveranstaltungen	Vorlesungen nach Anhang, die diesem Modul zugeordnet sind. Im Vorlesungsverzeichnis können diesem Modul weitere Vorlesungen zugeordnet werden.			
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Studienleistung: nach Wahl der Dozentin oder des Dozenten Prüfungsleistung: mündliche Prüfung			
Leistungspunkte (ECTS): 10	Präsenzstudium (h): 90		Selbststudium (h): 210	

Kompetenzziele:

Vertiefte Kenntnisse der Stochastik und ihrer Anwendungen. Die Studierenden haben die logische Struktur des Gebietes nachvollzogen, sind in der Lage die wichtigsten Aussagen herzuleiten und kennen die prominenten Beispiele. Studierende sind in der Lage Probleme auf dem Gebiet zu analysieren, geeignete Lösungsmethoden zu identifizieren und anzuwenden. Sie sind fähig, das Vorgehen zu begründen und verständlich zu erklären.

ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:

Verwendbarkeit:
- Bachelorstudiengang Mathematik

Modulname, Nr.	Seminar	0950
Regelmäßigkeit	Beginn ganzjährig möglich	
Modulverantwortung	Institute der Mathematik	
Lehrveranstaltungen (SWS)	Seminar (2 SWS)	
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Präsentation mit schriftlicher Ausarbeitung	
Notenzusammensetzung	Note der Seminarleistung	
Leistungspunkte (ECTS): 5	**Präsenzstudium (h)** 30	**Selbststudium (h):** 120

Kompetenzziele:

Fähigkeit zur Einarbeitung in ein mathematisches Thema unter Anleitung. Wissenserwerb aus z.T. englischsprachigen Büchern und Fachzeitschriften. Fähigkeit zum wissenschaftlichen Schreiben. Präsentationstechniken und Medieneinsatz. Fähigkeit zur Diskussion eines mathematischen Themas.

Inhalte:
Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten und das wissenschaftliche Schreiben

- eingegrenztes wissenschaftliches Thema zu Mathematik nach Absprache mit der Betreuerin/dem Betreuer,
- Benutzung von Fachliteratur/Datenbanken;
- mathematisches Aufschreiben;
- Präsentationstechniken und Medieneinsatz;

Mit dem Seminar wird der Einstieg in eine Bachelorarbeit vorbereitet.

Grundlegende Literatur: Unterschiedlich, je nach Thematik der Seminare.

Empfohlene Vorkenntnisse: Unterschiedlich, je nach Thematik der Seminare.
Vertiefung zu einem mathematischen Thema im Rahmen eines Seminars

ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:

Verwendbarkeit:

- Bachelorstudiengang Mathematik

Modulname, Nr.	Bachelorarbeit	0901
Regelmäßigkeit	Beginn ganzjährig möglich	
Modulverantwortung	Institute der Mathematik	
Lehrveranstaltungen (SWS)	Projekt „Bachelorarbeit" (13 LP)	
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Prüfungsleistung: Bachelorarbeit	
Notenzusammensetzung	Note der Bachelorarbeit	
Leistungspunkte (ECTS): 13	Präsenzstudium (h) & Selbststudium (h): 390	

Kompetenzziele:

Fähigkeit zur selbständigen Einarbeitung in ein Forschungsthema. Wissenserwerb aus z.T. englischsprachigen Büchern und Fachzeitschriften. Fähigkeit zur realistischen Planung, Zeiteinteilung und zum Durchführen eines wissenschaftlichen Projekts nach wissenschaftlichen Methoden unter Anleitung Fähigkeit zum wissenschaftlichen Schreiben. Fähigkeit zur Diskussion der eigenen Arbeit und zur Selbstreflexion.

Inhalte:
Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten, selbstständige Projektarbeit unter Anleitung, wissenschaftliches Schreiben

- eingegrenztes wissenschaftliches Thema zu Mathematik nach Absprache mit der Betreuerin/dem Betreuer,
- Benutzung von Fachliteratur/Datenbanken;
- mathematisches Aufschreiben;
- Präsentationstechniken und Medieneinsatz;
- Planung der Bachelorarbeit.

Grundlegende Literatur:

Empfohlene Vorkenntnisse:
Vertiefung zu einem mathematischen Thema im Rahmen eines Seminars

ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung: mindestens 120 LP

Verwendbarkeit:
- Bachelorstudiengang Mathematik

Prüfungsverfahren:
Das Thema der Bachelorarbeit wird von der oder dem Prüfenden nach Rücksprache mit dem Prüfling festgelegt. Die Ausgabe ist aktenkundig zu machen und dem Prüfling sowie dem Studiendekanat schriftlich mitzuteilen. Mit der Ausgabe des Themas wird die oder der Prüfende bestellt. Während der Anfertigung der Arbeit wird der Prüfling von der oder dem Prüfenden betreut.

Module im Master Mathematik

Modulname, Nr.	Wahlmodul 1		0004
Modulverantwortung	Institute der Mathematik		
Lehrveranstaltungen (SWS)	eine Vorlesung mit Übung (4V + 2Ü)		
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Studienleistung: nach Wahl der Dozentin oder des Dozenten Prüfungsleistung: mündliche Prüfung oder Klausur		
Notenzusammensetzung	Note der mündlichen Prüfung oder der Klausur		
Leistungspunkte (ECTS): 10	**Präsenzstudium (h):** 90	**Selbststudium (h):** 210	
Kompetenzziele: Die Studierenden verbreitern ihr mathematisches Wissen. Sie gewinnen Einblicke in ein ausgewähltes Gebiet der Mathematik. Sie erwerben die Fähigkeit, Probleme auf diesem Teilgebiet kompetent zu bearbeiten.			
ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:			
Verwendbarkeit: • Masterstudiengang Mathematik			

Modulname, Nr.	Wahlmodul 2		0005
Modulverantwortung	Institute der Mathematik		
Lehrveranstaltungen (SWS)	eine Vorlesung mit Übung (4V + 2Ü)		
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Studienleistung: nach Wahl der Dozentin oder des Dozenten Prüfungsleistung: mündliche Prüfung oder Klausur		
Notenzusammensetzung	Note der mündlichen Prüfung oder der Klausur		
Leistungspunkte (ECTS): 10	**Präsenzstudium (h):** 90	**Selbststudium (h):** 210	
Kompetenzziele: Die Studierenden verbreitern ihr mathematisches Wissen. Sie gewinnen Einblicke in ein ausgewähltes Gebiet der Mathematik. Sie erwerben die Fähigkeit, Probleme auf diesem Teilgebiet kompetent zu bearbeiten.			
ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:			
Verwendbarkeit: • Masterstudiengang Mathematik			

Modulname, Nr.	Wahlmodul 3		0056
Modulverantwortung	Institute der Mathematik		
Lehrveranstaltungen (SWS)	eine Vorlesung mit Übung (4V + 2Ü)		
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Studienleistung: nach Wahl der Dozentin oder des Dozenten Prüfungsleistung: mündliche Prüfung oder Klausur		
Notenzusammensetzung	Note der mündlichen Prüfung oder der Klausur		
Leistungspunkte (ECTS): 10	Präsenzstudium (h): 90	Selbststudium (h): 210	
Kompetenzziele: Die Studierenden verbreitern ihr mathematisches Wissen. Sie gewinnen Einblicke in ein ausgewähltes Gebiet der Mathematik. Sie erwerben die Fähigkeit, Probleme auf diesem Teilgebiet kompetent zu bearbeiten.			
ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:			
Verwendbarkeit: • Masterstudiengang Mathematik			

Modulname, Nr.	Wahlmodul 4		0057
Modulverantwortung	Institute der Mathematik		
Lehrveranstaltungen (SWS)	eine Vorlesung mit Übung (4V + 2Ü)		
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Studienleistung: nach Wahl der Dozentin oder des Dozenten Prüfungsleistung: mündliche Prüfung oder Klausur		
Notenzusammensetzung	Note der mündlichen Prüfung oder der Klausur		
Leistungspunkte (ECTS): 10	Präsenzstudium (h): 90	Selbststudium (h): 210	
Kompetenzziele: Die Studierenden verbreitern ihr mathematisches Wissen. Sie gewinnen Einblicke in ein ausgewähltes Gebiet der Mathematik. Sie erwerben die Fähigkeit, Probleme auf diesem Teilgebiet kompetent zu bearbeiten.			
ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:			
Verwendbarkeit: • Masterstudiengang Mathematik			

Modulname, Nr.	Wahlmodul 5			0058
Modulverantwortung	Institute der Mathematik			
Lehrveranstaltungen (SWS)	eine Vorlesung mit Übung (4V + 2Ü)			
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Studienleistung: nach Wahl der Dozentin oder des Dozenten Prüfungsleistung: mündliche Prüfung oder Klausur			
Notenzusammensetzung	Note der mündlichen Prüfung oder der Klausur			
Leistungspunkte (ECTS): 10	Präsenzstudium (h): 90	Selbststudium (h): 210		
Kompetenzziele: Die Studierenden verbreitern ihr mathematisches Wissen. Sie gewinnen Einblicke in ein ausgewähltes Gebiet der Mathematik. Sie erwerben die Fähigkeit, Probleme auf diesem Teilgebiet kompetent zu bearbeiten.				
ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:				
Verwendbarkeit: • Masterstudiengang Mathematik				

Modulname, Nr.	Wahlmodul 6			0059
Modulverantwortung	Institute der Mathematik			
Lehrveranstaltungen (SWS)	eine Vorlesung mit Übung (4V + 2Ü)			
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Studienleistung: nach Wahl der Dozentin oder des Dozenten Prüfungsleistung: mündliche Prüfung oder Klausur			
Notenzusammensetzung	Note der mündlichen Prüfung oder der Klausur			
Leistungspunkte (ECTS): 10	Präsenzstudium (h): 90	Selbststudium (h): 210		
Kompetenzziele: Die Studierenden verbreitern ihr mathematisches Wissen. Sie gewinnen Einblicke in ein ausgewähltes Gebiet der Mathematik. Sie erwerben die Fähigkeit, Probleme auf diesem Teilgebiet kompetent zu bearbeiten.				
ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:				
Verwendbarkeit: • Masterstudiengang Mathematik				

Modulname, Nr.	Schlüsselkompetenzen			0060
Semesterlage	jedes Semester			
Modulverantwortung	Institute der Mathematik			
Lehrveranstaltungen (SWS)	zwei Seminare (je 2 SWS)			
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Prüfungsleistung: Seminarleistung in jedem der Seminare			
Notenzusammensetzung	Durchschnittsnote beider Seminarleistungen			
Leistungspunkte (ECTS): 10	Präsenzstudium (h): 60	Selbststudium (h): 240		

Kompetenzziele:

Die Studierenden besitzen die Fähigkeit, sich selbständig in ein Wissensgebiet einzuarbeiten. Dies umfasst insbesondere die selbständige Recherche der Fachliteratur zu einem vorgegebenen Thema und die Wissensgewinnung aus den Fachbüchern und -artikeln. Die Studierenden können inhaltliche Zusammenhänge erkennen. Sie erwerben Kenntnisse der englischen Fachsprache, um entsprechende Fachliteratur studieren zu können. Die Studierenden sind in der Lage, ein komplexes Thema der modernen Mathematik geeignet zu strukturieren und verständlich vorzutragen. Sie sind zu einem wissenschaftlichen Diskurs und zur Selbstreflexion fähig.

Inhalte:
Richten sich nach der Veranstaltung. Aktuelle Themen verschiedener mathematischer Gebiete.

ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung:

Verwendbarkeit:
- Masterstudiengang Mathematik

Modulname, Nr.	Masterarbeit	0902
Semesterlage	Beginn ganzjährig möglich	
Modulverantwortung	Institute der Mathematik	
Lehrveranstaltungen (SWS)	Projekt „Masterarbeit"	
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Prüfungsleistung: Masterarbeit	
Notenzusammensetzung	Note der Masterarbeit (Durchschnittsnote der zwei Gutachten)	
Leistungspunkte (ECTS): 30	Arbeitsaufwand(h): 900	

Kompetenzziele:

Die Studierenden können sich selbstständig in ein Forschungsprojekt einarbeiten. Sie sind in der Lage, unter Anleitung wissenschaftliche Projekte zu strukturieren, vorzubereiten und durchzuführen. Sie verschaffen sich einen Überblick über die aktuelle Literatur und analysieren und lösen komplexe Probleme. Die Studierenden können kritische Diskussionen über eigene und fremde Forschungsergebnisse führen und konstruktiv mit Fragen und Kritik umgehen. Sie besitzen die Kompetenz, mathematische Sachverhalte selbstständig darzustellen.

Inhalte:
Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten, selbstständige Projektarbeit unter Anleitung, wissenschaftliches Schreiben.

- aktuelles wissenschaftliches Problem zu Mathematik nach Absprache mit der Betreuerin/dem Betreuer;
- mathematisches Aufschreiben;
- aktuelle Fachliteratur/Datenbanken.

ggf. Eingangsvoraussetzungen und ggf. Teilnehmerzahlbegrenzung: mindestens 75 LP, Abschluss des Moduls Schlüsselkompetenzen

Verwendbarkeit:

- Masterstudiengang Mathematik

Prüfungsverfahren:
Das Thema der Masterarbeit wird von der oder dem Erstprüfenden nach Rücksprache mit dem Prüfling festgelegt. Die Ausgabe ist aktenkundig zu machen und dem Prüfling sowie dem Studiendekanat schriftlich mitzuteilen. Mit der Ausgabe des Themas werden die oder der Erstprüfende und die oder der Zweitprüfende bestellt. Während der Anfertigung der Arbeit wird der Prüfling von der oder dem Erstprüfenden betreut.

Anhang:

Hier werden die Vorlesungen beschrieben, die in den Wahlpflichtmodulen im Bachelorstudium und in den Mastermodulen belegt werden können.

Die Vorlesungen im **Anhang A** können in den Grundlagenmodulen Bachelor belegt werden und teilweise in Spezialisierungsmodulen Bachelor. Die Vorlesungen im **Anhang B** können in den Mastermodulen und teilweise in Spezialisierungsmodulen Bachelor belegt werden.

Die Buchstaben **R** und **A** in der rechten oberen Ecke der Vorlesungsbeschreibung legen die Zuordnung der Vorlesung zur Reinen oder Angewandten Mathematik fest.

Ein ******* bei der Semesterwochenstundenzahl und den Leistungspunkten bedeutet, dass die Veranstaltung je nach Gesamtangebot des jeweiligen Semesters als Vorlesung mit 4+2 SWS/ 10 LP oder mit 2+1 SWS/ 5 LP oder ggf. als Seminar angeboten wird. Genaue Angaben finden Sie im Vorlesungsverzeichnis.

Die benutzten Abkürzungen bedeuten:
IAG „Institut für Algebraische Geometrie";
IAZD „Institut für Algebra, Zahlentheorie und Diskrete Mathematik",
IDG „Institut für Differentialgeometrie"
IFAM „Institut für Angewandte Mathematik";
IFMS „Institut für Mathematische Stochastik".

A. Vorlesungen für Grundlagenmodule Bachelor

Algebra II

R

Art der Vorlesung	SWS	Leistungspunkte: 10	Verantwortung
Bachelor	4+2		IAZD und IAG

Regelmäßigkeit: jährlich, Sommersemester

Inhalt:

- Körpertheorie (Struktur endlich erzeugter Körpererweiterungen, Galoistheorie, Auflösbarkeit von Gleichungen)
- Moduln und Algebren (Noethersche Ringe, Hilbertscher Basissatz, ganze Ringerweiterungen, Moduln über Hauptidealringen, Satz von Artin-Wedderburn, Tensorprodukte)

Grundlegende Literatur:

- J.C.Jantzen, J.Schwermer: *Algebra*, Springer 2006

Empfohlene Vorkenntnisse: Algebra I

Modulzugehörigkeit:

- Grundlagen Bachelor Algebra, Zahlentheorie, Diskrete Mathematik
- Grundlagen Bachelor Geometrie
- SpezialisierungBachelor Algebra, Zahlentheorie, Diskrete Mathematik
- Spezialisierung Bachelor Geometrie

Diskrete Mathematik

R

Art der Vorlesung	SWS	Leistungspunkte: 10	Verantwortung
Bachelor	4+2		IAZD

Regelmäßigkeit: alle zwei Jahre, Sommersemester

Inhalt: Themenbereiche der Vorlesung sind insbesondere:

- formale Potenzreihen und erzeugende Funktionen
- Enumerationsmethoden
- Methoden der Linearen Algebra in der Diskreten Mathematik
- Grundlagen der Graphentheorie
- Grundlagen der Ordnungstheorie

Grundlegende Literatur:

- M. Aigner: *Diskrete Mathematik*
- M. Aigner: *A course in enumeration*
- R. Stanley: Enumerative Combinatorics

Empfohlene Vorkenntnisse: Algebra I

Modulzugehörigkeit:

- Grundlagen Bachelor Algebra, Zahlentheorie, Diskrete Mathematik

Differential Geometrie				R
Art der Vorlesung Bachelor	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** IDG	
Regelmäßigkeit: jährlich, Sommersemester				

Inhalt:
- Vektorraum- und Faserbündel
- Zusammenhänge, kovariante Ableitungen
- Krümmung und Holonomie
- de Rham-Kohomologie, Hodge-Theorie
- Charakteristische Klassen
- Abbildungsgrade, Sätze von Sard und Brouwer
- Indextheorie, Sätze von Poincaré-Hopf und Gauss-Bonnet-Chern

Grundlegende Literatur:
- 🕮 Jost: *Riemannian Geometry and Geometric Analysis*, Springer
- 🕮 Milnor: *Topology from the Differentiable Viewpoint*, Princeton University Press
- 🕮 Milnor: *Morse Theory*, Princeton University Press
- 🕮 Milnor, Stacheff: *Characteristic Classes*, Princeton University Press

Empfohlene Vorkenntnisse: Analysis III

Modulzugehörigkeit:
- Grundlagen Bachelor Analysis
- Grundlagen Bachelor Geometrie
- Spezialisierung Bachelor Analysis
- Spezialisierung Bachelor Geometrie

Funktionentheorie				R
Art der Vorlesung Bachelor	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** Institut für Analysis	
Regelmäßigkeit: jährlich, Sommersemester				

Inhalt:
- holomorphe und meromorphe Funktionen
- Cauchyscher Integralsatz
- lokale Abbildungseigenschaftenholomorpher Funktionen
- Residuensatz
- Riemannscher Abbildungssatz

Grundlegende Literatur:
- 🕮 L.Ahlfors: *Complex Analysis*, McGraw-Hill, New York, 1978.
- 🕮 J. Conway:*Functions of one Complex Variabl*e, Springer-Verlag, New York 1995.
- 🕮 W. Rudin:*Real and Complex Analysis*,McGraw-Hill, New York, 1987.

Empfohlene Vorkenntnisse: Analysis I-III

Modulzugehörigkeit:
- Grundlagen Bachelor Analysis
- Spezialisierung Bachelor Analysis

Numerische Mathematik II				A
Art der Vorlesung Bachelor und Master	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** IFAM	
Regelmäßigkeit: jährlich, Sommersemester				
Inhalt: Numerische Verfahren für Eigenwertaufgaben: inverse Iteration, QR- und Lanczos-Verfahren, Anfangswertaufgaben für gewöhnliche Differentialgleichungen: Runge-Kutta-Verfahren, Schrittweitensteuerung, steife Differentialgleichungen **GrundlegendeLiteratur:** 📖 Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri: *NumerischeMathematik I und II*,Springer-Verlag. **Empfohlene Vorkenntnisse:**Numerische Mathematik I				
Modulzugehörigkeit: • Grundlagen Bachelor Numerik • Spezialisierung Bachelor Numerik **für ein Vertiefungsmodul kombinierbar mit:** • allen Vorlesungen der Angewandten Mathematik oder weiteren Vorlesungen in Absprache mit der/m Prüfenden				

Mathematische Stochastik II				A
Art der Vorlesung Bachelor	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** IFMS	
Regelmäßigkeit: jährlich, Wintersemester				
Inhalt: • Maßtheoretische Grundlagen • Klassische Grenzwertsätze • Martingale • Schätz- und Testtheorie **Grundlegende Literatur:** 📖 P.Billingsley: *Probability and Measure*, Wiley, New York, 1995. 📖 L. Rüschendorf: Mathematische Statistik, Springer, Berlin, 2014. **Empfohlene Vorkenntnisse:** Mathematische Stochastik I				
Modulzugehörigkeit: • Grundlagen Bachelor Stochastik • Spezialisierung Bachelor Stochastik				

B. Vorlesungen für Module im Master

B.1 Algebra, Zahlentheorie und Diskrete Mathematik:

Algebraische Kombinatorik				R
Art der Vorlesung Bachelor und Master	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** IAZD	
Regelmäßigkeit: alle zwei Jahre				
Inhalt: In der algebraischen Kombinatorik werden einerseits Methoden aus der Algebra , insbesondere der Gruppentheorie und der Darstellungstheorie, für kombinatorische Fragestellungen eingesetzt, und andererseits werden kombinatorische Zugänge für die Algebra fruchtbar gemacht. Themenfelder aus diesem Wechselwirkungsbereich sind insbesondere • Young-Tableaux und Partitionen • symmetrische Funktionen • gewichtete Enumeration unter Gruppenoperationen • symmetrische Gruppen **Grundlegende Literatur:** W. Fulton: *Young Tableaux* R. Stanley: *Enumerative Combinatorics II* **Empfohlene Vorkenntnisse:** Algebra I, Grundlagen aus der Kombinatorik				
Modulzugehörigkeit: • Spezialisierung Bachelor Algebra, Zahlentheorie, Diskrete Mathematik Wahlmodul im Master Mathematik, für eine Vertiefung kombinierbar mit: Enumerative Kombinatorik Darstellungstheorie				

Algebraische Zahlentheorie I				R
Art der Vorlesung Bachelor und Master	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** IAZD	
Regelmäßigkeit: alle zwei Jahre, Wintersemester				
Inhalt: Einführung in die algebraische Zahlentheorie, ausführliche Behandlung der folgenden Themen: • Arithmetik algebraischer Zahlkörper • Zeta- und L-Reihen **Grundlegende Literatur:** Neukirch:*Algebraische Zahlentheorie* **Empfohlene Vorkenntnisse:** Algebra II				
Modulzugehörigkeit: • Spezialisierung Bachelor Algebra, Zahlentheorie, Diskrete Mathematik • Wahlmodul Master Mathematik,				

Algebraische Zahlentheorie II				R
Art der Vorlesung Bachelor und Master	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** IAZD	
Regelmäßigkeit: alle 2 Jahre, Sommersemester				

Inhalt: Vertiefung der Algebraischen Zahlentheorie durch die Behandlung eines oder mehrere der folgenden Themenbereiche:

- p-adische Zahlkörper
- Klassenkörpertheorie
- algorithmische Probleme

Grundlegende Literatur:

- 🕮 Neukirch:*Algebraische Zahlentheorie*
- 🕮 Cohen:*Topics in ComputationalAlgebraicNumberTheory*

Empfohlene Vorkenntnisse: Algebraische Zahlentheorie I

Modulzugehörigkeit:

- Spezialisierung Bachelor Algebra, Zahlentheorie, Diskrete Mathematik

Wahlmodul Master Mathematik,

Algebren und ihre Darstellungen				R
Art der Vorlesung Bachelor und Master	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** IAZD	
Regelmäßigkeit: unregelmäßig				

Inhalt:
Eine beispielorientierte Einführung in die Darstellungstheorie endlich-dimensionaler Algebren und Darstellungen von Köchern. Zentrale Themenbereiche sind:

- Darstellungstheorie endlich-dimensionaler Algebren: Unzerlegbare Moduln und Satz von Krull-Remak-Schmidt, Darstellungstyp, projektive und injektive Moduln, Einführung in die Sprache der Kategorien und Funktoren, Ext-Funktoren
- Darstellungen von Köchern: erbliche Algebren, quadratische Form eines Köchers, Spiegelungsfunktoren, Satz von Gabriel über Darstellungstyp von Köchern und den Zusammenhang mit Dynkin-Diagrammen und Lie-Theorie

Grundlegende Literatur:

- 🕮 K. Erdmann, T. Holm: *Algebras and RepresentationTheory* (Manuskript kann zur Verfügung gestellt werden).
- 🕮 Assem, D. Simson, A. Skowronski: *Elements of the Representation theory of Associative Algebras 1: Techniques of Representation Theory*, London Mathematical Society Student Texts 65, Cambridge University Press,2006.

Empfohlene Vorkenntnisse: (Einführung in die) Darstellungstheorie

Modulzugehörigkeit:

- Spezialisierung Bachelor Algebra, Zahlentheorie, Diskrete Mathematik

Wahlmodul Master Mathematik,

Analytische Zahlentheorie I				R
Art der Vorlesung Bachelor und Master	**SWS** 2+2	**Leistungspunkte:** 5	**Verantwortung** IAZD	
Regelmäßigkeit: alle zwei Jahre, Wintersemester				
Inhalt: Einführung in die analytische Zahlentheorie, insbesondere Arithmetische Funktionen, Dirichletreihen, Perronsche Formel, analytische Eigenschaften der Zeta-Funktion, Primzahlsatz, Einführung in Siebmethoden **Grundlegende Literatur:** [1] J. Brüdern, Einführung in die analytische Zahlentheorie, Springer-Verlag, 1995. [2] H. Davenport, Multiplicative Number Theory, Springer-Verlag, 2000. [3] H.L. Montgomery and R.C.Vaughan, Multiplicative Number Theory, I. Classical Theory, Cambridge University Press, 2007. **Empfohlene Vorkenntnisse:** Funktionentheorie				
Modulzugehörigkeit: • Spezialisierung Bachelor Algebra, Zahlentheorie, Diskrete Mathematik • Wahlmodul Master Mathematik Jeweils kombinierbar mit Vorlesungen der Algebra, Zahlentheorie, Diskrete Mathematik (insbesondere: Analytische Zahlentheorie II) oder Analysis oder anderen Vorlesungen in Absprache mit der/m Prüfenden.				

Analytische Zahlentheorie II				R
Art der Vorlesung Bachelor und Master	**SWS** 2+2	**Leistungspunkte:** 5	**Verantwortung** IAZD	
Regelmäßigkeit: alle 2 Jahre, Sommersemester				
Inhalt: Vertiefung der analytischen Zahlentheorie. Mögliche Themen umfassen den Satz von Bombieri-Vinogradov, Taubersche Sätze, Normalordnungen and Werteverteilung von additiven und multiplikativen Funktionen, Anwendungen der Selberg-Delange- und der Sattelpunktmethode. **Grundlegende Literatur:** [1] J. Brüdern, Einführung in die analytische Zahlentheorie, Springer-Verlag, 1995. [2] H. Davenport, Multiplicative Number Theory, Springer-Verlag, 2000. [3] H.L. Montgomery and R.C.Vaughan, Multiplicative Number Theory, I. Classical Theory, Cambridge University Press, 2007. [4] G. Tenenbaum, Introduction to analytic and probabilistic number theory, Cambridge University Press, 1995. **Empfohlene Vorkenntnisse:** Funktionentheorie, Analytische Zahlentheorie I				
Modulzugehörigkeit: • Spezialisierung Bachelor Algebra, Zahlentheorie, Diskrete Mathematik • Wahlmodul Master Mathematik Jeweils kombinierbar mit Vorlesungen der Algebra, Zahlentheorie, Diskrete Mathematik (insbesondere: Analytische Zahlentheorie I) oder Analysis oder anderen Vorlesungen in Absprache mit der/m Prüfenden				

Arithmetische Geometrie I			R
Art der Vorlesung Bachelor und Master	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** IAZD
Regelmäßigkeit: alle 2 Jahre, Wintersemester			
Inhalt: Einführende Vorlesung in die arithmetische Geometrie, anhand eines der folgenden Themen: • Kurven über endlichen Körpern • Elliptische Kurven **Grundlegende Literatur:** 📖 Lorenzini: *An Invitation to Arithmetic Geometry* 📖 Silverman: *The Arithmetic of Elliptic Curves* **Empfohlene Vorkenntnisse:** Algebra II			
Modulzugehörigkeit: • Spezialisierung Bachelor Algebra, Zahlentheorie, Diskrete Mathematik **Wahlmodul Master Mathematik,**			

Arithmetische Geometrie II			R
Art der Vorlesung Master	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** IAZD
Regelmäßigkeit: alle zwei Jahre, Sommersemester			
Inhalt: Vertiefende Vorlesung über einen der folgenden Themenbereiche: • Modulformen und Modularität • diophantische Geometrie • arithmetische Fundamentalgruppen **Grundlegende Literatur:** 📖 Diamond, Shurman: *A first course in modular forms* 📖 Hindry, Silverman: *Diophantine Geometry* **Empfohlene Vorkenntnisse:** Arithmetische Geometrie I oder Algebraische Geometrie			
Wahlmodul Master Mathematik,			

Darstellungstheorie				R
Art der Vorlesung Bachelor und Master	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** IAZD	
Regelmäßigkeit: jährlich, Wintersemester				

Inhalt: Eine Einführung in die Theorie der Darstellungen halbeinfacher (assoziativer) Algebren, mit Schwerpunkt auf Gruppenalgebren und Charakteren. Zentrale Themen-bereiche sind:

- Moduln und Darstellungen von Gruppen und Algebren (einfache und halbeinfache Moduln, Kompositionsreihen, unzerlegbare Moduln, halbeinfache Algebren, Jacobson-Radikal, Artin-Wedderburn-Zerlegung, Satz von Maschke)
- Grundlagen der Charaktertheorie endlicher Gruppen (irreduzible Charaktere, inneres Produkt für Charaktere, Orthogonalitätsrelationen, Berechnung von Charaktertafeln, Tensorprodukte und Produkte von Charakteren)

GrundlegendeLiteratur:

- 🕮 G. James, M. Liebeck: *Representations and Characters of Groups*, Cambridge University Press, 2001 (2nd Edition).
- 🕮 J. Jantzen, J. Schwermer: *Algebra*

Empfohlene Vorkenntnisse: Algebra I ist erforderlich, Algebra II ist wünschenswert

Modulzugehörigkeit:

- Spezialisierung Bachelor Algebra, Zahlentheorie, Diskrete Mathematik
  Wahlmodul Master Mathematik,

Darstellungstheorie endlich-dimensionaler Algebren				R
Art der Vorlesung Master	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** IAZD	
Regelmäßigkeit: unregelmäßig				

Inhalt:

- Köcher mit Relationen
- Morita-Äquivalenz
- Auslander-Reiten-Theorie (irreduzible Morphismen, fast-zerfallende Folgen, Auslander-Reiten Köcher)
- Kipptheorie (Torsionspaare, Kippmoduln, Satz von Brenner-Butler)

Grundlegende Literatur:

- 🕮 Assem, D. Simson, A. Skowronski: *Elements of the Representation theory of Associative Algebras 1: Techniques of Representation Theory*, London Mathematical Society Student Texts 65, Cambridge University Press, 2006.
- 🕮 M. Auslander, I. Reiten, S. Smalo: *Representation Theory of Artin Algebras*,Cambridge studies in advanced mathematics 36, Cambridge University Press, 1995.

Empfohlene Vorkenntnisse: Algebren und ihre Darstellungen

Wahlmodul Master Mathematik,

Darstellungstheorie symmetrischer Gruppen				R
Art der Vorlesung Bachelor und Master	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** IAZD	
Regelmäßigkeit: alle zwei Jahre, Wintersemester				
Inhalt: Es werden Themen der gewöhnlichen und modularen Darstellungstheorie symmetrischer Gruppen und die zugehörige Kombinatorik behandelt, insbesondere: • Klassifikation und Eigenschaften der irreduziblen Charaktere der S_n • symmetrische Funktionen • Permutationsmoduln und Specht-Moduln • Darstellungen in positiver Charakteristik: einfache Moduln und die Zerlegung von Specht-Moduln **GrundlegendeLiteratur:** G. James, A. Kerber: *The Representation Theory of the Symmetric Group* B. Sagan: *The Symmetric Group* R. Stanley: *Enumerative Combinatorics II* **Empfohlene Vorkenntnisse:** Darstellungstheorie ist erforderlich, Gruppen und ihre Darstellungen ist wünschenswert				
Modulzugehörigkeit: • Spezialisierung Bachelor Algebra, Zahlentheorie, Diskrete Mathematik • **Wahlmodul Master Mathematik**				

Enumerative Kombinatorik				R
Art der Vorlesung Master	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** IAZD	
Regelmäßigkeit: alle 2 Jahre				
Inhalt: • erzeugende Funktionen und ihre Algorithmik und Asymptotik • bijektive Kombinatorik • konstruktive Kombinatorik **Grundlegende Literatur:** P. Flajolet, R. Sedgewick: *Analytic Combinaorics* R. Stanley: *Enumerative Combinatorics I, II* D. Stanton, D. White: *Constructive Combinatorics* **Empfohlene Vorkenntnisse:** Algebra I				
Modulzugehörigkeit: • Spezialisierung Bachelor Algebra, Zahlentheorie, Diskrete Mathematik **Wahlmodul Master Mathematik,**				

Gruppen und ihre Darstellungen				R
Art der Vorlesung Bachelor und Master	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** IAZD	

Regelmäßigkeit: alle 2 Jahre, Sommersemester

Inhalt: Struktur endlicher Gruppen und ihrer gewöhnlichen und modularen Darstellungen;
Themenbereiche sind insbesondere:

- Weiterführung der (komplexen) Charaktertheorie: induzierte Charaktere, Frobenius-Reziprozität, Satz von Mackey, Charaktergrade und Charakterwerte
- Struktur von Gruppen: Sylow-Sätze, auflösbare Gruppen, Burnsidescherp^aq^b-Satz
- Modulare Darstellungstheorie: Unzerlegbare Darstellungen, projektive und einfache Moduln, Induzierte Darstellungen, Zerlegungszahlen, Blöcke von Darstellungen

GrundlegendeLiteratur:

- 🕮 G. James, M. Liebeck: *Representations and Characters of Groups*
- 🕮 H. Nagao, Y. Tsushima: *Representations of finite groups*

Empfohlene Vorkenntnisse: Algebra II,Darstellungstheorie

Modulzugehörigkeit:

- Spezialisierung Bachelor Algebra, Zahlentheorie, Diskrete Mathematik
- **Wahlmodul Master Mathematik,**

Homologische Algebra				R
Art der Vorlesung Master	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** IAZD	

Regelmäßigkeit: unregelmäßig

Inhalt:
Exakte Sequenzen; Homomorphismengruppen; Tensorprodukte von Moduln über Ringen; projektive, injektive und flache Moduln; Kategorien und Funktoren; (Ko-)Kettenkomplexe, Homologie und Kohomologie von Komplexen; projektive und injektive Auflösungen; derivierte Funktoren; Ext-Funktoren, Tor-Funktoren und Anwendungen

Grundlegende Literatur:

- 🕮 Rotman: An Introduction to Homological Algebra (Second Edition)
- 🕮 Weibel: *An introduction to homological algebra*

Empfohlene Vorkenntnisse: Algebra II

Wahlmodul Master Mathematik,

Kryptographie			R/A
Art der Vorlesung Bachelor	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** IAZD/IAG
Regelmäßigkeit: unregelmäßig			
Inhalt: • allgemeine Konzepte der Kryptographie • RSA-Verfahren • der diskrete Logarithmus **Grundlegende Literatur:** 🕮 Buchmann:*Einführung in die Kryptographie* 🕮 *Karpfinger, Kiechle: Kryptologie, Vieweg+Teubner 2010* **Empfohlene Vorkenntnisse:** Algebra I			
Spezialisierung Bachelor Algebra, Zahlentheorie, Diskrete Mathematik			

Topologie			R
Art der Vorlesung Bachelor und Master	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** IAZD
Regelmäßigkeit: unregelmäßig			
Inhalt: • Topologische Räume, stetige Abbildungen • Zusammenhang, Trennungsaxiome • Kompaktheit • Konstruktionen (insbes. Produkte, Quotienten) • Homotopie von Abbildungen • Fundamentalgruppen • Überlagerungen **Grundlegende Literatur:** 🕮 K. Jänich: Topologie 🕮 G. Laures, M. Szymik: Grundkurs Topologie 🕮 B.v. Querenburg: Mengentheoretische Topologie 🕮 R. Stöcker, H. Zieschang: Algebraische Topologie **Empfohlene Vorkenntnisse:** Analysis I und II			
Modulzugehörigkeit: • Spezialisierung Bachelor Algebra, Zahlentheorie, Diskrete Mathematik			

B.2 Algebraische Geometrie

<table>
<tr><td colspan="4">Algebraische Flächen</td><td>R</td></tr>
<tr><td>Art der Vorlesung
Master und GRK</td><td>SWS
***</td><td>Leistungspunkte:
***</td><td colspan="2">Verantwortung
IAG</td></tr>
<tr><td colspan="5">Regelmäßigkeit: alle zwei bis drei Jahre, Sommersemester</td></tr>
<tr><td colspan="5">Inhalt:
• birationale Abbildungen zwischen Flächen
• Schnitttheorie
• Kodaira Klassifikation

Grundlegende Literatur:
Beauville: Complex algebraic surfaces, CUP, 1983.

Empfohlene Vorkenntnisse: Algebraische Geometrie, hilfreich: Algebra II</td></tr>
<tr><td colspan="5">Wahlmodul Master Mathematik</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="4">Algebraische Geometrie I</td><td>R</td></tr>
<tr><td>Art der Vorlesung
Bachelor, Master und GRK</td><td>SWS
4+2</td><td>Leistungspunkte: 10</td><td colspan="2">Verantwortung
IAG</td></tr>
<tr><td colspan="5">Regelmäßigkeit: jährlich, Wintersemester</td></tr>
<tr><td colspan="5">Inhalt:
• affine und projektive Varietäten
• Morphismen und birationale Abbildungen
• Dimension, Grad, Glattheit, Singularitäten
• Garben und Schemata

Empfohlene Vorkenntnisse: Algebra I; hilfreich: Algebra II, Funktionentheorie</td></tr>
<tr><td colspan="5">Modulzugehörigkeit:
• Spezialisierung Bachelor Geometrie
• Wahlmodul Master Mathematik</td></tr>
</table>

Algebraische Geometrie II				R
Art der Vorlesung Bachelor, Master und GRK	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** IAG	
Regelmäßigkeit: jährlich, Sommersemester				
Inhalt: Es werden Themen der algebraischen Geometrie vertieft; mögliche Schwerpunkte: • Kurventheorie • Schemata • Hilbert-Polynom • Garbenkohomologie • Schnitttheorie • Divisoren				
Modulzugehörigkeit: • Spezialisierung Bachelor Geometrie • Wahlmodul Master Mathematik				

Algebraische Topologie				R
Art der Vorlesung Bachelor und Master	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** IAG	
Regelmäßigkeit: unregelmäßig				
Inhalt: • Homologietheorie, singuläre Homologie, Zellenkomplex • Kohomologietheorie • Poincaré Dualität **Empfohlene Vorkenntnisse:** Algebra I, hilfreich: Algebra II				
Modulzugehörigkeit: • Spezialisierung Bachelor Geometrie • Spezialisierung Bachelor Algebra, Zahlentheorie, Diskrete Mathematik • Wahlmodul Master Mathematik				

Algorithmische Kommutative Algebra				R
Art der Vorlesung Bachelor und Master	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** IAG	
Regelmäßigkeit: unregelmäßig				
Inhalt: • polynomiale Gleichungssysteme • Gröbner Basen, Syzygien, freie Auflösungen • Dimension, ganzer Abschluß, Primärzerlegung **Empfohlene Vorkenntnisse:** Algebra I; hilfreich: Algebra II				
Modulzugehörigkeit: • Spezialisierung Bachelor Algebra, Zahlentheorie, Diskrete Mathematik • Spezialisierung Bachelor Geometrie • Wahlmodul Master Mathmatik				

Codierungstheorie				R
Art der Vorlesung Bachelor und Master	**SWS** 4+2 (2+1)	**Leistungspunkte:** 10 (5)	**Verantwortung** IAG	
Regelmäßigkeit: unregelmäßig				
Inhalt: • lineare Codes • spezielle gute Codes • Decodierung • zyklische Codes **Empfohlene Vorkenntnisse:** Algebra I				
Modulzugehörigkeit: • Spezialisierung Bachelor Algebra, Zahlentheorie, Diskrete Mathematik • Spezialisierung Bachelor Geometrie • Wahlmodul Master Mathematik				

Differentialtopologie				R
Art der Vorlesung Master und GRK	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung:** IAG	
Regelmäßigkeit: unregelmäßig				
Inhalt: • differenzierbare Mannigfaltigkeiten und Abbildungen • Tangentialbündel, Vektorfelder • dynamische Systeme • Morsetheorie **Empfohlene Vorkenntnisse:** Analysis III				
Modulzugehörigkeit: • Wahlmodul Master Mathematik				

Ebene Algebraische Kurven				R
Art der Vorlesung Bachelor und Master, auch Lehramt	**SWS** 2+1	**Leistungspunkte:** 5	**Verantwortung** IAG	
Regelmäßigkeit: unregelmäßig				
Inhalt: • Schnittverhalten ebener algebraischer Kurven, Satz von Bezout • Tangenten, Wendepunkte, Glattheit und Singularitäten • polare Kurve, Hesse-Kurve, duale Kurve, Plückerformeln **Empfohlene Vorkenntnisse:** Algebra I				
Modulzugehörigkeit: • Spezialisierung Bachelor Geometrie • Wahlmodul Master Mathematik				

Gitter und Codes				R
Art der Vorlesung Bachelor und Master	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** IAG	
Regelmäßigkeit: unregelmäßig				
Inhalt: • ganzzahlige Gitter • lineare Codes • Gewichtszähler und Thetafunktionen **Grundlegende Literatur:** 📖 W.Ebeling: *Lattices and Codes*, 3. Auflage, Springer, 2013. **Empfohlene Vorkenntnisse:** Algebra I, Funktionentheorie				
Modulzugehörigkeit: • Spezialisierung Bachelor Geometrie • Spezialisierung Bachelor Algebra, Zahlentheorie, Diskrete Mathematik • Wahlmodul Master Mathematik				

Modulräume				R
Art der Vorlesung Master und GRK	**SWS** ***	**Leistungspunkte:** ***	**Verantwortung** IAG	
Regelmäßigkeit: alle 2-3 Jahre, Sommersemester				
Inhalt: • Modulprobleme, feine und grobe Modulräume • Konstruktion von Modulräumen, geometrische Invariantentheorie • Beispiele von Modulräumen, insbesondere Modulraum algebraischer Kurven **Empfohlene Vorkenntnisse:** Algebra II, Algebraische Geometrie				
Modulzugehörigkeit: • Wahlmodul Master Mathematik				

Singularitäten				R
Art der Vorlesung Master und GRK	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** IAG	
Regelmäßigkeit: unregelmäßig				
Inhalt: • holomorphe Funktionen mehrerer Veränderlicher • analytische Mengenkeime • Entfaltungen und Deformationen • Klassifikation von Singularitäten **Grundlegende Literatur:** 🕮 W.Ebeling: *Funktionentheorie, Differentialtopologie und Singularitäten*, Vieweg, 2001. **Empfohlene Vorkenntnisse:** Algebra II				
Modulzugehörigkeit: • Wahlmodul Master Mathematik				

B.3 Analysis

Funktionalanalysis			R/A
Art der Vorlesung Bachelor und Master	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** Escher,Schrohe, Walker
Regelmäßigkeit: jährlich			
Inhalt: • Satz von Baire • Satz von Hahn-Banach, Konvexität • Prinzip der gleichmäßigen Beschränktheit • Satz von der offenen Abbildung, Graphensatz • lineare Operatoren im Hilbertraum • kompakte Operatoren • unbeschränkte Operatoren **Empfohlene Vorkenntnisse:** Analysis I-III, Lineare Algebra I			
Modulzugehörigkeit: • Spezialisierung Bachelor Analysis			

Indextheorie			R
Art der Vorlesung Bachelor und Master	**SWS** 2+1	**Leistungspunkte:** 5	**Verantwortung** Schrohe
Regelmäßigkeit: unregelmäßig			
Inhalt: • Fredholmoperatoren auf Banachräumen • Spektraltheorie kompakter Operatoren und die Fredholm-Alternative • die Komponenten der Fredholm-Operatoren auf Hilberträumen • Toeplitz-Operatoren und deren Index • Indexberechnung mittels der Operatorspur • Pseudodifferentialoperatoren • Fedosovs Indexformel **Empfohlene Vorkenntnisse:** Analysis I-III, Lineare Algebra I, Funktionalanalysis			
Modulzugehörigkeit: Spezialisierung Bachelor Analysis			

Pseudodifferentialoperatoren			**R/A**
Art der Vorlesung Bachelor und Master	**SWS** 2+1	**Leistungspunkte:** 5	**Verantwortung** Escher, Schrohe, Walker
Regelmäßigkeit: unregelmäßig			
Inhalt: • Fouriertransformation, • temperierte Distributionen, • Sobolevräume, • Oszillatorintegrale, • Symbolklassen, • Stetigkeitseigenschaften und Kalkül, • Elliptizität und Parametrixkonstruktion, • Operatoren auf Mannigfaltigkeiten, • Wellenfrontmenge **Empfohlene Vorkenntnisse:** Analysis I-III, Lineare Algebra I, Funktionalanalysis			
Modulzugehörigkeit: • Spezialisierung Bachelor Analysis			

B.4 Angewandte Analysis

Halbgruppen und Evolutionsgleichungen				**R/A**
Art der Vorlesung Bachelor und Master	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** Escher, Walker	
Regelmäßigkeit: alle ein bis zwei Jahre				
Inhalt: • abgeschlossene Operatoren in Banachräumen • stark stetige und analytische Halbgruppen • Generatoren • Charakterisierungssätze • abstrakte Cauchy Probleme • gebrochene Potenzen • maximale Regularität **Empfohlene Vorkenntnisse:** Analysis I-III, Lineare Algebra I undII				
Modulzugehörigkeit: • Spezialisierung Bachelor Analysis				

Interpolationstheorie und Anwendungen				**R/A**
Art der Vorlesung Bachelor und Master	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** Escher, Walker	
Regelmäßigkeit: unregelmäßig				
Inhalt: • reelle und komplexe Interpolation • Struktursätze (Reiteration, Dualität) • Interpolation von Lebesgue- und Sobolevräumen • gebrochene Potenzen • Interpolationstheorie elliptischer Randwertprobleme • Anwendungen auf Halbgruppentheorie **Empfohlene Vorkenntnisse:**Halbgruppen und Evolutionsgleichungen oder Funktionalanalysis				
Modulzugehörigkeit: • Spezialisierung Bachelor Analysis				

Nichtlineare Funktionalanalysis			R/A
Art der Vorlesung Bachelor und Master	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** Escher, Walker
Regelmäßigkeit: alle ein bis zwei Jahre			
Inhalt: • implizites Funktionentheorem in Banachräumen • Abbildungsgrad • Verzweigungstheorie **Empfohlene Vorkenntnisse:** Analysis I-III, Lineare Algebra I undII			
Modulzugehörigkeit: • Spezialisierung Bachelor Analysis			

Partielle Differentialgleichungen I			R/A
Art der Vorlesung Bachelor und Master	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** Escher, Schrohe, Walker
Regelmäßigkeit: jährlich			
Inhalt: • Charakteristikenmethode • Distributionen • Laplace-Gleichung, Maximumsprinzipien • Sobolevräume • Variationsmethoden, • periodische Lösungen • Wellengleichung • Wärmeleitungsgleichung **Empfohlene Vorkenntnisse:** Analysis I-III, Lineare Algebra I undII			
Modulzugehörigkeit: • Spezialisierung Bachelor Analysis			

Partielle Differentialgleichungen II				A
Art der Vorlesung Master	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** Escher, Walker	
Regelmäßigkeit: unregelmäßig				
Inhalt: • Schauder-Theorie elliptischer Randwertprobleme • superlineare elliptische und parabolische Gleichungen • Fixpunktmethoden in geordneten Banachräumen • mathematische Strömungsmechanik **Empfohlene Vorkenntnisse:** Partielle Differentialgleichungen I				

Qualitative Theorie gewöhnlicher Differentialgleichungen				R/A
Art der Vorlesung Bachelor und Master	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** Escher,Walker	
Regelmäßigkeit: jährlich				
Inhalt: • Theorie dynamischer Systeme, • Invarianz, • Limesmengen, • Stabilität, Linearisierungen, • periodische Lösungen **Empfohlene Vorkenntnisse:** Analysis I-III, Lineare Algebra I undII				
Modulzugehörigkeit: • Spezialisierung Bachelor Analysis				

B.5 Numerische Mathematik und Optimierung

hp-Finite Element Methoden — A

Art der Vorlesung	SWS	Leistungspunkte:	Verantwortung
Bachelor und Master	2+1	5	IFAM

Regelmäßigkeit: alle ein bis zwei Jahre

Inhalt:
- Fehlerreduktion durch Gitterweiten-Reduzierung und Polynomgrad-Erhöhung
- Beweis der exponentielle Konvergenz bei FEM
- Beweis der exponentielle Konvergenz bei Gauß-Quadratur
- Anwendung in Mechanik und Elektrodynamik
- adaptive Verfahren
- neue Entwicklungen in der numerischen Analysis

Grundlegende Literatur:

📖 Standardliteratur, Vorlesungsskript

Empfohlene Vorkenntnisse: Numerische Mathematik I

Modulzugehörigkeit:
- Spezialisierung Bachelor Numerik

Lineare Optimierung — A

Art der Vorlesung	SWS	Leistungspunkte:	Verantwortung
Bachelor und Master	2+1	5	Steinbach

Regelmäßigkeit: regelmäßig alle 2 -3 Jahre

Inhalt:
- Simplexmethode
- Polyedertheorie
- Alternativsätze
- Dualität

Grundlegende Literatur:

📖 V. Chvátal: *Linear Programming*

Empfohlene Vorkenntnisse: Numerische Mathematik I, Algorithmisches Programmieren

Modulzugehörigkeit:
- Spezialisierung Bachelor Numerik

Multigrid und Gebietszerlegung				A
Art der Vorlesung Bachelor und Master	**SWS** 2+1	**Leistungspunkte:** 5	**Verantwortung** IFAM	
Regelmäßigkeit: alle ein bis zwei Jahre				

Inhalt:

- vorkonditionierte Iterationsverfahren (Richardson, Jacobi)
- Multigrid (für Finite-Differenzen-Verfahren, Finite Elemente)
- Multilevel-Methoden (Additiv- und Multiplikativ-Schwarz-Verfahren)
- Gebietszerlegungsmethoden (alternierendes Schwarz-Verfahren)

Grundlegende Literatur:

📖 Standardliteratur, Vorlesungsskript

Empfohlene Vorkenntnisse: Numerische Mathematik I

Modulzugehörigkeit:

- Spezialisierung Bachelor Numerik

Nichtlineare Optimierung I				A
Art der Vorlesung Bachelor und Master	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** Steinbach	
Regelmäßigkeit: regelmäßig alle 2 -3 Jahre				
Inhalt: • Gradientenverfahren, Newton-Verfahren, Line Search, Trust Region • Theorie der beschränkten Optimierung: KKT-Bedingungen, … • Quadratische Optimierung: KKT-Faktorisierungen, Active-Set-Methode • Maratos-Effekt, Merit-Funktionen, SQP-Methode **Grundlegende Literatur:** 📖 J. Nocedal, S. Wright: *Numerical Optimization*, 2. Aufl. **Empfohlene Vorkenntnisse:** Numerische Mathematik I und II, Algorithmisches Programmieren				
Modulzugehörigkeit: • Spezialisierung Bachelor Numerik				

Nichtlineare Optimierung II				A
Art der Vorlesung Bachelor und Master	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte** 10	**Verantwortung** Steinbach	
Regelmäßigkeit: regelmäßig alle 2 -3 Jahre				
Inhalt: • nichtlineare CG-Verfahren • Techniken für hochdimensionale Modelle • innere-Punkte-Methoden • weitere Themen **Grundlegende Literatur:** 📖 J. Nocedal, S. Wright: *Numerical Optimization*, 2. Aufl. **Empfohlene Vorkenntnisse:** Nichtlineare Optimierung I				
Modulzugehörigkeit: • Spezialisierung Bachelor Numerik				

Numerik der Integralgleichungen				A
Art der Vorlesung Bachelor und Master	**SWS** 2+1	**Leistungspunkte:** 5	**Verantwortung** IFAM	

Regelmäßigkeit: alle ein bis zwei Jahre

Inhalt:
- Randintegralgleichungen
- Galerkin-Verfahren bei Randelementmethoden
- adaptive Varianten und Anwendungen in Mechanik und Elektrotechnik
- schnelle Randelementmethoden (Penal-Clustering, H-Matrizen)
- Kopplung von finiten Elementen und Randelementen

Grundlegende Literatur:
🕮 Standardliteratur, Vorlesungsskript

Empfohlene Vorkenntnisse: Numerische Mathematik I

Modulzugehörigkeit:
- Spezialisierung Bachelor Numerik

Numerik für Kontaktprobleme				A
Art der Vorlesung Bachelor und Master	**SWS** 2+1	**Leistungspunkte:** 5	**Verantwortung** IFAM	

Regelmäßigkeit: alle ein bis zwei Jahre

Inhalt:
- Existenz und Eindeutigkeit für elliptische Kontaktprobleme
- Variationsungleichungen, gemischte Formulierungen
- Penalty Verfahren
- iterative Löser: Uzawa, Semi-Smooth Newton-Verfahren
- Mehrfeldprobleme, Koppelung mit Wärmeleitungsgleichung

Grundlegende Literatur:
🕮 Standardliteratur, Vorlesungsskript

Empfohlene Vorkenntnisse: Numerische Mathematik I

Modulzugehörigkeit:
- Spezialisierung Bachelor Numerik

Numerik Partieller Differentialgleichungen				A
Art der Vorlesung Bachelor und Master	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** IFAM	
Regelmäßigkeit: alle ein bis zwei Jahre				

Inhalt:

- Galerkin-Verfahren für elliptische Randwertprobleme
- Finite-Element-Räume
- a-posteriori-Fehlerschätzer
- Verfahren für parabolische und hyperbolische Differentialgleichungen

Grundlegende Literatur:

🕮 P. Knabner, L. Angermann: *Numerik partieller Differentialgleichungen*

Empfohlene Vorkenntnisse: Numerische Mathematik I und II

Modulzugehörigkeit:

- Spezialisierung Bachelor Numerik

Theorie der Näherungsverfahren				A
Art der Vorlesung Bachelor und Master	**SWS** 2+1	**Leistungspunkte:** 5	**Verantwortung** IFAM	
Regelmäßigkeit: alle ein bis zwei Jahre				

Inhalt:

- Fehleranalysis für Projektionsverfahren
- Hilbert-Räume, Sobolev-Räume,
- Ritz-Verfahren, Lax-Milgram-Lemma, Céa-Lemma, allgemeines Projektions-Verfahren, Babuska-Brezzi-Bedingungen
- Anwendungen in FEM und BEM

Grundlegende Literatur:

🕮 Standardliteratur, Vorlesungsskript

Empfohlene Vorkenntnisse: Numerische Mathematik I

Modulzugehörigkeit:

- Spezialisierung Bachelor Numerik

B.6Differentialgeometrie

Abbildungsgeometrie				R
Art der Vorlesung Bachelor, Master und GRK	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** IDG	
Regelmäßigkeit: alle ein bis drei Jahre, Wintersemester				
Inhalt: Geometrie von Immersionen und Submersionen (insbesondere Sätze von Gauß, Codazzi, Ricci und O'Neill), harmonische Schnitte in Vektorraumbündeln, harmonische Abbildungen und Minimalflächen, Symplektomorphismen, pseudoholomorphe Kurven, Lagrange-Untermannigfaltigkeiten, Kalibrierungen **Empfohlene Vorkenntnisse:** Differentialgeometrie/Globale Analysis				
Modulzugehörigkeit: • Spezialisierung Bachelor Geometrie				

Analysis auf Mannigfaltigkeiten				R
Art der Vorlesung Master und GRK	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** IDG	
Regelmäßigkeit: unregelmäßig				
Inhalt: Sobolev-Theorie auf Mannigfaltigkeiten, isoperimetrische Ungleichungen, Laplace-, Cauchy-Riemann- und Dirac-Operatoren, Wärmeleitungskerne,Greensche Funktionen, Vergleichssätze für den Laplace-Operator und Wärmeleitungskern, Volumenwachstum, Harnack-Ungleichungen, Spektraltheorie. **Empfohlene Vorkenntnisse:** Differentialgeometrie/Globale Analysis				

Eichfeldtheorie				R
Art der Vorlesung Master und GRK	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** IDG	
Regelmäßigkeit: unregelmäßig				
Inhalt: Zusammenhänge auf Hauptfaserbündeln und deren Krümmung, Eichtransformationen, Yang-Mills-Funktional und Yang-Mills-Gleichung, selbstduale und invariante Zusammenhänge, nichtminimale Yang-Mills-Zusammenhänge, magnetische Monopole und Wirbel **Empfohlene Vorkenntnisse:** Differentialgeometrie/Globale Analysis				

Elementare Differentialgeometrie				R
Art der Vorlesung Bachelor, Master und GRK	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** IDG	
Regelmäßigkeit: unregelmäßig				
Inhalt: • Kurven: Bogenlänge, Krümmung und Torsion, Hauptsatz, Windungszahl,Umlaufzahl, Hopfscher Umlaufsatz, isoperimetrische Ungleichung, Vierscheitelsatz,Frenet-Kurven, Satz von Fenchel • Flächen: reguläre Flächen, Parameterwechsel, Tangentialraum, Differential, erste Fundamentalform, Orientierbarkeit,Gauß-Abbildung, Weingarten-Abbildung, zweite • Fundamentalform, Hauptkrümmungen, mittlere Krümmung, Gauß-Krümmung • Innere und äußere Geometrie: Isometrien, Vektorfelder und kovariante Ableitung, Christoffel-Symbole, Koszul-Formel, Krümmungstensor, Gauß-Gleichungen, TheoremaEgregium, Geodätische, Exponentialabbildung, geodätische Polarkoordinaten, Gauß-Lemma, sphärische und hyperbolischeGeometrie **Empfohlene Vorkenntnisse:**				
Modulzugehörigkeit: • Spezialisierung Bachelor Geometrie				

Elliptische Differentialgleichungen aus der Geometrie				R
Art der Vorlesung Bachelor, Master und GRK	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** IDG	
Regelmäßigkeit: unregelmäßig				
Inhalt: • elliptische Differentialgleichungen auf Mannigfaltigkeiten • harmonische Abbildungen und Schnitte in Vektorraumbündeln • Minimalflächen und das Bernstein-Problem • Yamabe-Problem • Mannigfaltigkeiten vorgeschriebener Krümmung • Yang-Mills-Gleichungen • Existenz- und Eindeutigkeitsfragen • Regularitätstheorie **Empfohlene Vorkenntnisse:**				
Modulzugehörigkeit: • Spezialisierung Bachelor Geometrie				

Geometrische Evolutionsgleichungen				R
Art der Vorlesung Master und GRK	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** IDG	
Regelmäßigkeit: unregelmäßig				
Inhalt: Parabolische Differentialgleichungen auf Mannigfaltigkeiten, Variationsprobleme, Wärmeleitungsgleichung, mittlerer Krümmungsfluss, Ricci-Fluss, harmonischer Wärmefluss, Yamabe- und Yang-Mills-Flüsse, Fragen zur Langzeitexistenz und Konvergenz, Maximumprinzipien für Tensoren, geometrische Harnack-Ungleichungen **Empfohlene Vorkenntnisse:**				

Komplexe Differentialgeometrie				R
Art der Vorlesung Bachelor, Master und GRK	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** IDG	
Regelmäßigkeit: alle ein bis drei Jahre, Wintersemester				
Inhalt: Komplexe Mannigfaltigkeiten, fast komplexe Strukturen, Nijenhuis-Tensor und Integrabilität, fast hermitescheMannigfaltigkeiten, Klassifikation nach Gray-Hervella, Kähler-Mannigfaltigkeiten, Dolbeault-Operatoren, Zerlegungssatz von Dolbeault, Hodge-Zahlen, Serre-Dualität, Chern-Klassen, -Formen und -Zahlen, Satz von Gauß-Bonnet-Chern, Calabi-Vermutung und der Beweis von Yau, Calabi-Yau-Mannigfaltigkeiten **Empfohlene Vorkenntnisse:** Differentialgeometrie/Globale Analysis, Funktionentheorie				
Modulzugehörigkeit: • Spezialisierung Bachelor Geometrie				

Konforme Geometrie				R
Art der Vorlesung Bachelor, Master und GRK	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** IDG	
Regelmäßigkeit: unregelmäßig				
Inhalt: Konforme Abbildungen, stereographische und Mercator-Projektion, konforme Gruppe des euklidischen Raumes und der Sphäre, der Satz von Liouville, Möbius-Transformationen und deren Klassifikation, Beziehungen zur projektiven und hyperbolischen Geometrie, Fuchssche und Kleinsche Gruppen, konforme Geometrie von Flächen, Uniformisierung **Empfohlene Vorkenntnisse:**				
Modulzugehörigkeit: • Spezialisierung Bachelor Geometrie				

Riemannsche Geometrie				R
Art der Vorlesung Bachelor, Master und GRK	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** IDG	
Regelmäßigkeit: alle ein bis drei Jahre, Wintersemester				
Inhalt: Riemannsche Metriken, Geodäten, Exponentialabbildung, Injektivitätsradius, Krümmung eines Zusammenhangs, erste und zweite Variation der Energie einer Kurve, Existenz geschlossener Geodäten, Satz von Synge, konjugierte Punkte, Jacobi-Felder, Vergleichssätze von Rauch, symmetrische und lokal symmetrische Räume **Empfohlene Vorkenntnisse: :** Differentialgeometrie/Globale Analysis,				
Modulzugehörigkeit: • Spezialisierung Bachelor Geometrie				

Spin-Geometrie				R
Art der Vorlesung Bachelor, Master und GRK	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** IDG	
Regelmäßigkeit: unregelmäßig				
Inhalt: Clifford-Algebra, Spin-Gruppe, Spin-Darstellung, Clifford-Multiplikation, Spin-Strukturen und Spinor-Bündel, Dirac-Operator, Lichnerowicz-Formel und Eigenwertabschätzungen, Killing- und Twistor-Spinoren **Empfohlene Vorkenntnisse:**				
Modulzugehörigkeit: • Spezialisierung Bachelor Geometrie				

Symplektische Geometrie				R
Art der Vorlesung Bachelor, Master und GRK	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** IDG	
Regelmäßigkeit: unregelmäßig				
Inhalt: Symplektische Vektorräume, symplektische und Lagrange-Unterräume, symplektische Basis, symplektischeMannigfaltigkeiten, Kotangentialbündel und koadjungierte Orbits als symplektischeMannigfaltigkeiten, Mosers Trick und der Satz von Darboux, Hamilton-Vektorfelder und Poisson-Klammer, Hamiltonsche Wirkungen und Impulsabbildung, Kapazitäten, pseudoholomorphe Kurven, Modelle der klassischen Mechanik, Legendre-Transformation, symplektischeHodge-Theorie, symplektische Zusammenhänge **Empfohlene Vorkenntnisse:**				
Modulzugehörigkeit: • Spezialisierung Bachelor Geometrie				

Transformationsgruppen				R
Art der Vorlesung Bachelor,Master und GRK	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** IDG	
Regelmäßigkeit: unregelmäßig				
Inhalt: Lie-Gruppen, Lie-Algebra, Exponentialabbildung, Struktur nilpotenter, auflösbarer und halbeinfacher Lie-Algebren, Gruppenwirkungen, G-Strukturen, Kleinsches Erlanger Programm, homogene Räume, fundamentale Vektorfelder, adjungierte Darstellungen, reduktive homogene Räume, symmetrische Räume und deren Klassifikation **Empfohlene Vorkenntnisse:**				
Modulzugehörigkeit: • Spezialisierung Bachelor Geometrie				

B.7Mathematische Stochastik

Asymptotische Statistik				A
Art der Vorlesung Bachelor und Master	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** Baringhaus	
Regelmäßigkeit: unregelmäßig				
Inhalt: • benachbarte Verteilungen • lokale asymptotische Normalität • Limesexperimente • asymptotisch optimale Tests • asymptotische Effizienz von Schätz- und Testverfahren **GrundlegendeLiteratur:** 🕮 Van der Vaart: *Asymptotic Statistic*s, Cambridge University Press, Cambridge, 1998. **Empfohlene Vorkenntnisse:** Mathematische Stochastik II				
Modulzugehörigkeit: • Spezialisierung Bachelor Stochastik • Master Wahlmodul •				

Finanzmathematik in diskreter Zeit				A
Art der Vorlesung Bachelor und Master	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** Weber	
Regelmäßigkeit: jährlich				
Inhalt: • Arbitragetheorie • Präferenzen • Optimalität und Gleichgewicht • Risikomaße **Grundlegende Literatur:** 🕮 H. Föllmer& A.Schied: *Stochastic Financ*e, de Gruyter, Berlin/New York, 2004. **Empfohlene Vorkenntnisse:** Mathematische Stochastik II				
Modulzugehörigkeit: • Spezialisierung Bachelor Stochastik • Master Wahlmodul •				

Finanzmathematik in stetiger Zeit				A
Art der Vorlesung Bachelor und Master	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** Weber	
Regelmäßigkeit: jährlich				
Inhalt: • Einführung in die stochastische Analysis • Finanzmathematische Anwendung in zeitstetigen Finanzmarktmodellen: Bewertung und Absicherung von Finanzderivaten (Aktien-, Zins- und Kreditderivate), Portfoliooptimierung **Grundlegende Literatur:** 📖 M. Musiela& R.Rutkowski: *Martingale Methods in Financial Modelling*, Springer, 2005. **Empfohlene Vorkenntnisse:** Mathematische Stochastik II, Finanzmathematik in diskreter Zeit, evtl. Stochastische Analysis				
Modulzugehörigkeit: • Spezialisierung Bachelor Stochastik • Master Wahlmodul •				

Finanzmathematik: Aktuelle Entwicklungen in der Finanzmathematik				A
Art der Vorlesung Bachelor und Master	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** Weber	
Regelmäßigkeit: unregelmäßig				
Inhalt: • aktuelle Entwicklungen in der Finanzmathematik **Grundlegende Literatur:** 📖 M. Musiela& R. Rutkowski: *Martingale Methods in Financial Modelling*, Springer, 2005. 📖 H. Föllmer& A. Schied: *Stochastic Finance*, de Gruyter, Berlin/New York, 2004. **Empfohlene Vorkenntnisse:** Mathematische Stochastik II, Finanzmathematik in diskreter Zeit, Finanzmathematik in stetiger Zeit				
Modulzugehörigkeit: • Spezialisierung Bachelor Stochastik • Master Wahlmodul •				

Markov-Ketten				A
Art der Vorlesung Bachelor und Master	**SWS** 2+1	**Leistungspunkte:** 5	**Verantwortung** Grübel	
Regelmäßigkeit: unregelmäßig				
Inhalt: Markov-Ketten sind stochastische Prozesse, bei denen die zukünftige Entwicklung von der bisherigen Historie nur über den letzten Zustand abhängt (Gedächtnislosigkeit). Sie spielen in zahlreichen Anwendungen, beispielsweise bei Bedienungssystemen, bei Kommunikationsnetzwerken, bei der Analyse von Algorithmen und bei der kombinatorischen Optimierung eine große Rolle. Da nur endliche oder abzählbar unendliche Zustandsräume betrachtet werden, kommt man weitgehend ohne maßtheoretische Hilfsmittel aus. Die Vorlesung ist auch für Lehramtstudierende geeignet. **Grundlegende Literatur:** 📖 Bremaud, P.: Markov Chains. Springer, 1999 📖 Levin, D.A., Peres, Y., Wilmer, E.L.: Markov Chains and Mixing Times 📖 American Mathematical Society, 2009 **Empfohlene Vorkenntnisse:** Mathematische Stochastik I				
Modulzugehörigkeit: • Spezialisierung Bachelor Stochastik • Master Wahlmodul •				

Nichtparametrische Statistik				A
Art der Vorlesung Bachelor und Master	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** Baringhaus	
Regelmäßigkeit: unregelmäßig				
Inhalt: • Ordnungs- und Rangstatistiken • Verteilungsfreie Konfidenz- und Anteilsbereiche • lokal beste Rangtests • empirische Verteilungen • statistische Anpassungstests • nichtparametrische multivariante Verfahren **GrundlegendeLiteratur:** 📖 J. Hajek, Z. Sidak, P. K. Sen: *Theory of Rank Tests*, Academic Press, 1999. **Empfohlene Vorkenntnisse:** Mathematische Stochastik II				
Modulzugehörigkeit: • Spezialisierung Bachelor Stochastik • Master Wahlmodul •				

Personenversicherungsmathematik				A
Art der Vorlesung Bachelor und Master	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** Weber	
Regelmäßigkeit: jährlich				
Inhalt: • Verzinsung • Zahlungsströme und Deckungskapital • Differenzen- und Differentialgleichungen • Hattendorfsches Theorem • Fondgebundene Policen • Versicherungen mit stochastischen Zins • Marktkonsistente Bewertungen **Grundlegende Literatur:** 📖 M.Koller: *Stochastische Modelle in der Lebensversicherungs-mathematik*, Springer, 2000. 📖 R. Norberg: *Basic Life Insurance Mathematics*, LSE, 2002. **Empfohlene Vorkenntnisse:** Mathematische Stochastik II				
Modulzugehörigkeit: • Spezialisierung Bachelor Stochastik • Master Wahlmodul •				

Schadenversicherungsmathematik				A
Art der Vorlesung Bachelor und Master	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** Weber	
Regelmäßigkeit: jährlich				
Inhalt: • individuelles Modell • kollektives Modell • Ruintheorie • Prämienkalkulation • Spätschäden • Risikoteilung und Rückversicherung **Grundlegende Literatur:** 📖 T. Mack: *Schadenversicherungsmathematik*, VVW Karlsruhe, 2002. 📖 K. Schmidt: *Versicherungsmathematik*, Springer, 2006. **Empfohlene Vorkenntnisse:** Mathematische Stochastik II				
Modulzugehörigkeit: • Spezialisierung Bachelor Stochastik • Master Wahlmodul •				

Spieltheorie				A
Art der Vorlesung Bachelor und Master	**SWS** 2+1	**Leistungspunkte:** 5	**Verantwortung** Baringhaus	

Regelmäßigkeit: unregelmäßig

Inhalt:

- n-Personenspiel-Normalform
- Gleichgewichtspunkte
- gemischte Erweiterungen
- Zweipersonen-Nullsummenspiele
- Minimax-Sätze und Minimax-Strategien
- Matrix-Spiele
- kooperative Spiele
- Shapley-Wert

GrundlegendeLiteratur:

📖 F. Forgo, J. Szep, F. Szidarovszky: *Introduction to the Theory of Games: Concepts, Methods, Applications*, Kluwer, Dordrecht, 1999.

Empfohlene Vorkenntnisse: Mathematische Stochastik II

Modulzugehörigkeit:

- Spezialisierung Bachelor Stochastik
- Master Wahlmodul
-

Statistische Entscheidungstheorie und Sequentialverfahren				A
Art der Vorlesung Bachelor und Master	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** Baringhaus	

Regelmäßigkeit: unregelmäßig

Inhalt:

- Entscheidungskerne
- Bayes-Verfahren und Minimax-Verfahren für Schätz- und Testprobleme
- Minimax-Sätze
- optimales Stoppen
- sequentielle Bayes-Verfahren
- sequentielle Likelihood-Quotiententests
- optimale sequentielle Tests

Grundlegende Literatur:

📖 Irle: *Sequentialanalyse: Optimale sequentielle Tests*, Teubner, Stuttgart, 1990.
📖 H. Strasser: *Mathematical Theory of Statistics*, de Gruyter, Berlin, 1985.

Empfohlene Vorkenntnisse: Mathematische Stochastik II

Modulzugehörigkeit:

- Spezialisierung Bachelor Stochastik
- Master Wahlmodul

Statistische Verfahren			A
Art der Vorlesung Bachelor und Master	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** Baringhaus, Grübel
Regelmäßigkeit: unregelmäßig			
Inhalt: • Anpassungstests, Bootstrap, Dicheschätzer, Robuste Verfahren • Modelle mit Hilfsvariablen: Regression, Varianzanalyse, verallgemeinerte lineare Modelle **GrundlegendeLiteratur:** 🕮 W. N. Venables und B. D. Ripley: *Modern Applied Statistics with S-Plus*, third edition. Springer, New York,1999. **Empfohlene Vorkenntnisse:** Mathematische Stochastik I und II			
Modulzugehörigkeit: • Spezialisierung Bachelor Stochastik • Master Wahlmodul			

Stochastische Analysis			A/R
Art der Vorlesung Bachelor und Master	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** IfMS
Regelmäßigkeit: jährlich.			
Inhalt: • stochastische Prozesse in stetiger Zeit: Brownsche Bewegung, (lokale) Martingale, Semimartingale, Markov'sche Prozesse, Levy-Prozesse • stochastische Integrale • Darstellungssätze für Martingale • Satz von Girsanov und Anwendung • stochastische Differentialgleichungen • Anwendungen in der Finanzmathematik **GrundlegendeLiteratur:** 🕮 P. Protter: *Stochastic Integration and Differential Equations*, Springer, 2005 🕮 D. Revuz, M. Yor: *Continuous Martingales and Brownian Motion*, Springer, 1999. 🕮 L. C. G. Rogers, D. Williams: *Diffusions, Markov Processes and Martingales*,Band 1 und 2, Wiley, New York, 1987, 1994. **Empfohlene Vorkenntnisse:** Mathematische Stochastik II			
Modulzugehörigkeit: • Spezialisierung Bachelor Stochastik • Master Wahlmodul			

Stochastische Methoden des Operations Research				A
Art der Vorlesung Bachelor und Master	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** Baringhaus	
Regelmäßigkeit: unregelmäßig				

Inhalt:

- Markov-Ketten
- Martingale
- Erneuerungstheorie
- regenerative Prozesse
- Warteschlangen

Grundlegende Literatur:

📖 Asmussen, S., Applied Probability and Queues, Wiley, New York, 2003.

Empfohlene Vorkenntnisse: Mathematische Stochastik II

Modulzugehörigkeit:

- Spezialisierung Bachelor Stochastik
- Master Wahlmodul
-

Stochastische Simulation			A
Art der Vorlesung Bachelor und Master	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** Baringhaus, Grübel
Regelmäßigkeit: unregelmäßig			

Inhalt:

- Erzeugen und Testen von Pseudozufallszahlen
- Methoden für nicht-uniforme Verteilung
- Varianzreduktion und Simulation seltener Ereignisse
- Monte Carlo-Integration
- MCMC (Markov Chain Monte Carlo)
- Anwendungen in der Kobinatorischen Optimierung, im Operations Research und in der Versicherungs- und Finanzmathematik

Grundlegende Literatur:

- 🕮 S. Asmussen und Glynn, W. Peter: *Stochachstic Simulation Algorithms and Analysis*, Springer, New York, 2007.
- 🕮 P. Bratley, B. Fox und L. Schrage: *A Guide to Simulation*, Springer, New York, 1983.

Empfohlene Vorkenntnisse: Mathematische Stochastik I und II

Modulzugehörigkeit:

- Spezialisierung Bachelor Stochastik
- Master Wahlmodul

Zufällige diskrete Strukturen und Algorithmen			A/R
Art der Vorlesung Bachelor und Master	**SWS** 4+2	**Leistungspunkte:** 10	**Verantwortung** Grübel
Regelmäßigkeit: unregelmäßig			

Inhalt:

- Struktur zufälliger Permutationen und Partitionen
- binäre und ebene Bäume, Such- und Sortieralgorithmen
- zufällige Graphen

Grundlegende Literatur:

- 🕮 S. Janson, T. Luczak, A.Rucinski:*Random Graphs*,Wiley, New York, 2000.
- 🕮 R. Motwani, P. Raghavan: *Randomized Algorithms*, Cambridge University Press, Cambridge, 1995.
- 🕮 J. Pitman:*Combinatorial Stochastic Processes*,Lecture Notes in Mathematics. Springer, New York, 2006.

Empfohlene Vorkenntnisse: Mathematische Stochastik I und II

Modulzugehörigkeit:

- Spezialisierung Bachelor Stochastik
- Master Wahlmodul
-

Zeitreihenanalyse				A
Art der Vorlesung Bachelor und Master	**SWS** 2+1	**Leistungspunkte:** 5	**Verantwortung** Baringhaus	
Regelmäßigkeit: unregelmäßig				
Inhalt: • stationäre Zeitreihen • Autokovarianzfunktion und Spektralmaß • autoregressive Prozesse, Moving-Average-Prozesse • Spektraldarstellung • Kolmogorovsche Vorhersagetheorie • Statistik im Zeitbereich (Schätzer für Erwartungswert- und Autokovarianzfunktion) • Statistik im Frequenzbereich (Periodogramm, Spektraldichteschätzer) **Grundlegende Literatur:** 🕮 J.-P. Kreiß,G. Neuhaus:*Einführung in die Zeitreihenanalyse*, Springer, Berlin, 2006. **Empfohlene Vorkenntnisse:** Mathematische Stochastik II				
Modulzugehörigkeit: • Spezialisierung Bachelor Stochastik •				