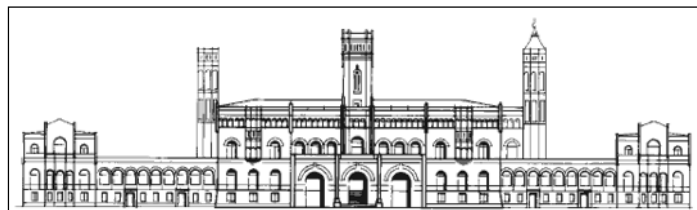


Bachelor programme Mathematics
Master programme Mathematics

Module catalogue

2017

Faculty of Mathematics and Physics
of the Leibniz University 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>

Preface

The module catalogue mathematics consist of two parts, the module descriptions and the appendix with the course descriptions. Given that different courses can be chosen for elective module, these will be described in more detail in the appendix. In those cases the information of the course overview and the frequency of the course are found at the courses and not at the modules.

Please note that this here is a compilation of the courses of the mathematics that are offered on a regular basis. In particular further courses of the university calender" can be assigned to "compulsory elective module and den Elective module.

The module catalogue should also be understood as addition to the Examination regulations. The recent version of our Examination regulations can be found under

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

Inhaltsverzeichnis

STUDIENVERLAUFSPLAN	6
MODULE IM BACHELOR MATHEMATIK.....	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
PFLICHTMODULE BACHELOR.....	8
Analysis I	8
Analysis II	9
Fortgeschrittene analytische Methoden	12

Algebraische Methoden I	14
Schlüsselkompetenzen: Computeralgebra	16
Algebraische Methoden II	18
Fortgeschrittene algebraische Methoden	20
Praktische Verfahren der Mathematik	22
Stochastische Methoden	24
Proseminar	26
WAHLPFLICHTMODULE BACHELOR	28
Grundlagen Bachelor Algebra, Zahlentheorie, Diskrete Mathematik	28
Grundlagen Bachelor Analysis	29
Grundlagen Bachelor Geometrie	31
Grundlagen Bachelor Numerik	32
Grundlagen Bachelor Stochastik	34
Spezialisierung Bachelor Algebra, Zahlentheorie, Diskrete Mathematik	34
Spezialisierung Bachelor Analysis	37
Spezialisierung Bachelor Geometrie	38
Spezialisierung Bachelor Numerik	39
Spezialisierung Bachelor Stochastik	40
SEMINAR	41
BACHELORARBEIT	43
MODULE IM MASTER MATHEMATIK	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
Wahlmodul 1	45
Wahlmodul 2	46
Wahlmodul 3	46
Wahlmodul 4	47
Wahlmodul 5	48
Wahlmodul 6	49
Schlüsselkompetenzen	51

Masterarbeit 53

ANHANG:.....55

Studienverlaufsplan

	1. Semester	2. Semester	3. Semester	4. Semester	5. Semester	6. Semester	LP
Basics	Analysis I 10 LP, SL, PL	Analysis II 10 LP, SL, PL	(Analysis III 10 LP, SL, PL)	Probability and Statistics 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				
Key skills			Seminar 5 LP, SL				5
Proseminar			Proseminar 5 LP, PL				5
optional section				courses in an extent of 40 CP, 4xSL, 4xPL			40
Computer Science			Basics of theoretical Informatics 5 CP, SL, PL		Datenstrukturen und Algorithmen 5 CP, SL, PL		10
application subject	application subjects are: business administration, Geodesy and Geoinformatics, Informatics, Philosophy, Physics and Economics. Other subjects are possible upon request. 18 CP						18
Seminar					Seminar 5 CP, PL		5
Bachelor thesis						Bachelorthesis 13 CP	13
Credit points	20/2	20/2	According to individual planning variable				180

Modules of Bachelor Mathematics





Compulsory module Bachelor





Module name, Nr.	Analysis I		0201
Regelmäßigkeit	Wintersemester, annually		
Modulverantwortung	Institut für Analysis und Institut für Angewandte Mathematik		
Art der Lehrveranstaltungen (SWS)	Vorlesung „Analysis I“ (4 SWS) Tutorial zu „Analysis I“ (2 SWS)		
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Course achievement: Tutorial Prüfungsleistung: Exam		
Notenzusammensetzung	Note der Exam		
Leistungspunkte (ECTS):	10	Presence study (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 Tutorial sind die Studierenden vertraut mit mathematisch exakten Formulierungen und Schlussweisen in einfachen Kontexten und fähig, diese vorzutragen.			
Inhalte:			
<ul style="list-style-type: none"> • 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:			
<ul style="list-style-type: none"> • H. Amann & J. Escher: <i>Analysis I</i>, Birkhäuser Verlag, 2002 • O. Forster: <i>Analysis 1</i>, Vieweg+Teubner 2008 • K. Königsberger: <i>Analysis 1</i>, Springer Verlag 2004 			
Empfohlene Vorkenntnisse:			
Schulkenntnisse in Mathematik (gymnasiale Oberstufe)			
if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:			
Verwendbarkeit:			
<ul style="list-style-type: none"> • Bachelorstudiengang Mathematik • Fächerübergreifender Bachelorstudiengang 			

Module name, Nr.	Analysis I		0201
Regularity	wintersemester, annually		
Responsibility of module	Institut für Analysis und Institut für Angewandte Mathematik		
Type of Course (SWS)	lecture „Analysis I“ (4 SWS) tutorial on „Analysis I“ (2 SWS)		
Major course assessment	Course achievement: Tutorial Examination performance: Exam		





for acquisition of LP			
Grade composition		Grade of exam	
Credit points (ECTS):	10	Presence study (h):	90
		Self-study (h):	210
Learning outcomes: Competence in dealing with mathematical language. Basic understanding of the correct solution of mathematical problems by means of one-dimensional convergence considerations, differential and integral calculus. As a result of the exercise sessions, the students are familiar with mathematically exact formulations and conclusions in simple contexts and are able to present them.			
Course overview: <ul style="list-style-type: none"> • Number systems; systematic introduction of real numbers • Sequences and series • Convergence and continuity • Differential calculus for functions of one variable • Integral calculus for functions of one variable. 			
Reading list: <ul style="list-style-type: none"> 📖 H. Amann & J. Escher: <i>Analysis I</i>, Birkhäuser Verlag, 2002 📖 O. Forster: <i>Analysis 1</i>, Vieweg+Teubner 2008 📖 K. Königsberger: <i>Analysis 1</i>, Springer Verlag 2004 			
Recommended previous knowledge: School knowledge in Mathematics (gymnasiale Oberstufe)			
if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:			
Applicability: <ul style="list-style-type: none"> • Bachelor programme Mathematics • Fächerübergreifender Bachelorstudiengang 			

Module name, Nr.	Analysis II		0202
Regelmäßigkeit	Sommersemester, annually		
Modulverantwortung	Institut für Analysis und Institut für Angewandte Mathematik		
Lehrveranstaltungen (SWS)	Vorlesung „Analysis II“ (4 SWS) Tutorial zu „Analysis II“ (2 SWS)		
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Course achievement: Tutorial Prüfungsleistung: Exam		
Notenzusammensetzung	Note der Exam		
Credit points (ECTS):	10	Presence study (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 Tutorial.			
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • 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: <i>Analysis II</i> , Birkhäuser Verlag, 1999  O. Forster: <i>Analysis 2</i> , Vieweg+Teubner, 2006  J. Jost: <i>Postmodern Analysis</i> , Springer Verlag 2005  K. Königsberger: <i>Analysis 2</i> , Springer Verlag 2004
Empfohlene Vorkenntnisse: <ul style="list-style-type: none"> • Lineare Algebra I • Analysis I
if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> • Bachelorstudiengang Mathematik • Fächerübergreifender Bachelorstudiengang

Module name, Nr.	Analysis II	0202
Regularity	Sommersemester, annually	
Responsibility of module	Institut für Analysis und Institut für Angewandte Mathematik	
Course(SWS)	lecture „Analysis II“ (4 SWS) tutorial on „Analysis II“ (2 SWS)	
Major course assessment for acquisition of LP	Course achievement: Tutorial Examination performance: Exam	
Grade composition	Grade of exam	
Credit points (ECTS):	10	Presence study (h): 90 Self-study (h): 210
Learning outcomes: Basic understanding of the correct solution of mathematical and natural sciences tasks using multidimensional convergence considerations, differential and integral calculus. Secure mastery of the appropriate techniques and mathematical methods of proof. Teamwork by handling tasks in groups and discussing them in the exercise sessions.		
Course overview: <ul style="list-style-type: none"> • Topological concepts such as metric and normed spaces, convergence, continuity, completeness, compactness; • Differentiation of functions of several variables, total and partial differentiability, theorems on inverse functions and implicit functions, local extrema with and without constraints; vector fields and potentials; • Ordinary differential equations, existence, uniqueness, elementary methods of solution. 		
Reading list:  H. Amann & J. Escher: <i>Analysis II</i> , Birkhäuser Verlag, 1999  O. Forster: <i>Analysis 2</i> , Vieweg+Teubner, 2006  J. Jost: <i>Postmodern Analysis</i> , Springer Verlag 2005  K. Königsberger: <i>Analysis 2</i> , Springer Verlag 2004		
Recommended previous knowledge: <ul style="list-style-type: none"> • Linear Algebra I • Analysis I 		
if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:		
Applicability:		

- Bachelor programme Mathematics
- Fächerübergreifender Bachelorstudiengang

Module name, Nr.	Fortgeschrittene analytische Methoden		0203
Regelmäßigkeit	Wintersemester, annually		
Modulverantwortung	Institut für Analysis und Institut für Angewandte Mathematik		
Lehrveranstaltungen (SWS)	Vorlesung „Analysis III“ (4 SWS) Tutorial zu „Analysis III“ (2 SWS)		
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Course achievement: Tutorial Prüfungsleistung: Exam oder mündliche Prüfung		
Notenzusammensetzung	Note der Exam oder der mündlichen Prüfung		
Credit points (ECTS):	10	Presence study (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 Tutorialsgruppen.			
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: <i>Analysis III</i>  W. M. Boothby: <i>An introduction to differentiable manifolds and Riemannian geometry</i> , Academic Press  O. Forster: <i>Analysis 3</i> , Vieweg+Teubner, 2008  J. Jost: <i>Postmodern Analysis</i> , Springer Verlag 2005			
Empfohlene Vorkenntnisse:			
<ul style="list-style-type: none"> • Analysis I + II 			
if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:			
Verwendbarkeit:			
<ul style="list-style-type: none"> • Bachelorstudiengang Mathematik 			

Module name, Nr.	Advanced Analytic Methods (Fortgeschrittene analytische Methoden)		0203
Regularity	wintersemester, annually		
Responsibility of module	Institut für Analysis und Institut für Angewandte Mathematik		
Course(SWS)	lecture „Analysis III“ (4 SWS) tutorial on „Analysis III“ (2 SWS)		
Major course assessment for acquisition of LP	Course achievement: Tutorial Examination performance: Exam or oral examination		
Grade composition	Grade of exam or oral examination		
Credit points (ECTS):	10	Presence study (h): 90	Self-study (h): 210





Learning outcomes:

Deepened understanding of analytical methods, especially in the theory of measures and integration as well as vector analysis. Ability to independently elaborate more difficult mathematical arguments on topics of the lecture and their presentation in the exercise groups.

Course overview:

Elements of Lebesgue's measure theory, multidimensional Lebesgue integral along with essential theorems (monotone and dominated convergence, Fubini's theorem, transformation rule); vector calculus; Gauss' and Stokes' theorems; manifolds.

Reading list:

-  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



Recommended previous knowledge:

- Analysis I + II


if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:


Applicability:

- Bachelor programme Mathematics


Module name, Nr.	Algebraische Methoden I		0101
Regelmäßigkeit	Wintersemester, annually		
Responsibility of module	Institut für Algebra, Zahlentheorie und Diskrete Mathematik und Institut für Algebraische Geometrie		
Lehrveranstaltungen (SWS)	Vorlesung „Lineare Algebra I“ (4 SWS) Tutorial zu „Lineare Algebra I“ (2 SWS)		
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Die Course achievement ist im Rahmen der Tutorial zu „Lineare Algebra I“ zu erbringen. Prüfungsleistung: Exam zu „Lineare Algebra I“		
Notenzusammensetzung	Note der Exam		
Credit points (ECTS):	15	Presence study (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: <ul style="list-style-type: none"> • 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: <i>Lineare Algebra</i> 			
Empfohlene Vorkenntnisse: <ul style="list-style-type: none"> • Schulkenntnisse in Mathematik (gymnasiale Oberstufe) • 			
if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:			
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> • Bachelorstudiengang Mathematik • Als Modul Lineare Algebra I auch für: Fächerübergreifender Bachelorstudiengang 			


Module name, Nr.	Algebraic methods I (Algebraische Methoden I)		0101
Regularity	Wintersemester, annually		
Responsibility of module	Institut für Algebra, Zahlentheorie und Diskrete Mathematik und Institut für Algebraische Geometrie		
Course(SWS)	lecture „Lineare Algebra I“ (4 SWS)		

	tutorial on „Lineare Algebra I“ (2 SWS)		
Major course assessment for acquisition of LP	The Course achievement is to be performed at the tutorial to „Lineare Algebra I“. Examination performance: Exam for „Lineare Algebra I“		
Grade composition	Grade of exam		
Credit points (ECTS):	15	Presence study (h):	135 Self-study (h): 315
Learning outcomes: Basic understanding of the mathematical way of thinking and its application towards a variety of problems. Solid competence in handling systems of linear equations and the corresponding methods for solving them; sound knowledge of the underlying algebraic structures. Capability of expressing and presenting mathematical reasoning, and knowledge of adequate methods for this.			
Course overview: Linear Algebra I: <ul style="list-style-type: none"> • Basic properties of vector spaces (basis and dimension); • linear maps and matrices; • determinants; • systems of linear equations and methods for solving them (Gauss algorithm); • eigenvalues and eigenvectors; • diagonalisation. 			
Reading list:  Lineare Algebra I: G. Fischer: <i>Lineare Algebra</i>			
Recommended previous knowledge: <ul style="list-style-type: none"> • School knowledge in Mathematics (gymnasiale Oberstufe) 			
if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:			
Applicability: <ul style="list-style-type: none"> • Bachelor programme Mathematics • As module Lineare Algebra I also for: Fächerübergreifender Bachelorstudiengang 			


Module name, Nr.	Schlüsselkompetenzen: Computeralgebra		???
Regelmäßigkeit	Wintersemester, annually		
Responsibility of module	Institut für Algebra, Zahlentheorie und Diskrete Mathematik und Institut für Algebraische Geometrie		
Lehrveranstaltungen (SWS)	Praktikum „Computeralgebra“ (3 SWS)		
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Course achievement nach Wahl des Dozenten		
Notenzusammensetzung			
Credit points (ECTS):	5	Presence study (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: <ul style="list-style-type: none"> • 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. Lösungsmengen polynomialer Gleichungen in 1,2 und 3 Veränderlichen in Visualisierung, chinesischer Restsatz. 			
Grundlegende Literatur:  T. Theobald, S. Ilman: Einführung in die Computerorientierte Mathematik, Springer Spektrum 2015			
Empfohlene Vorkenntnisse: <ul style="list-style-type: none"> • Lineare Algebra, Analysis • erste Erfahrungen im Umgang mit einem Computer 			
if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:			
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> • Bachelorstudiengang Mathematik 			




Module name, Nr.	Key competence: Computeralgebra		???
Regularity	Wintersemester, annually		
Responsibility of module	Institut für Algebra, Zahlentheorie und Diskrete Mathematik und Institut für Algebraische Geometrie		
Course(SWS)	Practical course „Computeralgebra“ (3 SWS)		
Major course assessment for acquisition of LP	Course achievement at university lecturer's option		
Grade composition			

Credit points (ECTS):	5	Presence study (h):	60	Self-study (h):	90
Learning outcomes:					
Experience in appropriate use of computer algebra systems as tools for solving problems from Analysis and Linear Algebra; in particular: choice of appropriate tools, knowing and avoiding potential mistakes, knowing the limits of such systems, use of visualization tools and programming of smaller functions/methods/procedures.					
Course overview:					
<ul style="list-style-type: none"> • Basic knowledge on the functioning and use of computer algebra systems • Selected applications from Linear Algebra, e.g. solving linear systems of equations, linear maps, change of basis • Selected applications from Analysis, e.g. zeros, differentiation, visualization of graphs of functions • Selected applications to topics known from school: gcd, conic sections • Small projects, e.g. solutions of polynomial equations with visualization, Chinese Remainder Theorem 					
Reading list:					
 T. Theobald, S. Ilman: Einführung in die Computerorientierte Mathematik, Springer Spektrum 2015					
Recommended previous knowledge:					
<ul style="list-style-type: none"> • Lineare Algebra, Analysis • Some basic experience in the use of computers 					
if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:					
Applicability:					
<ul style="list-style-type: none"> • Bachelor programme Mathematics 					




Module name, Nr.	Algebraische Methoden II		0102
Regelmäßigkeit	Sommersemester, annually		
Responsibility of module	Institut für Algebra, Zahlentheorie und Diskrete Mathematik und Institut für Algebraische Geometrie		
Lehrveranstaltungen (SWS)	Vorlesung „Lineare Algebra II“ (4 SWS) Tutorial zu „Lineare Algebra II“ (2 SWS)		
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Die Course achievement ist im Rahmen der Tutorial zu erbringen. Prüfungsleistung: Exam		
Notenzusammensetzung	Note der Exam		
Credit points (ECTS):	10	Presence study (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: <ul style="list-style-type: none"> • euklidische und unitäre Vektorräume; • Orthonormalisierungsverfahren; • orthogonale und unitäre Endomorphismen; • Quadriken; • Jordansche Normalform; • multilineare Algebra. 			
Grundlegende Literatur:  G. Fischer: <i>Lineare Algebra</i>			
Empfohlene Vorkenntnisse: <ul style="list-style-type: none"> • Algebraische Methoden I 			
if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:			
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> • Bachelorstudiengang Mathematik 			



Module name, Nr.	Algebraic methods II (Algebraische Methoden II)		0102
Regularity	Sommersemester, annually		
Responsibility of module	Institut für Algebra, Zahlentheorie und Diskrete Mathematik und Institut für Algebraische Geometrie		
Course(SWS)	lecture „Lineare Algebra II“ (4 SWS) Tutorial zu „Lineare Algebra II“ (2 SWS)		
Major course assessment for acquisition of LP	The Course achievement is to be performed at the tutorial Examination performance: Exam		
Grade composition	Grade of exam		

Credit points (ECTS):	10	Presence study (h):	90	Self-study (h):	210
Learning outcomes: Extended mathematical competences regarding methods for dealing with linear structures And a deepened understanding for algebraic methods and their relationship to geometric questions. Extended capability of expressing and presenting mathematical reasoning. Competence in applying mathematical theories.					
Course overview: <ul style="list-style-type: none">• Euclidean and unitary vector spaces• orthonormalization algorithm• orthogonal and unitary endomorphisms• quadrics• Jordan normal form• multilinear algebra					
Reading list:  G. Fischer: <i>Lineare Algebra</i>					
Recommended previous knowledge: <ul style="list-style-type: none">• Algebraic methods I					
if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:					
Applicability: <ul style="list-style-type: none">• Bachelor programme Mathematics					



Module name, Nr.	Fortgeschrittene algebraische Methoden		0103
Regelmäßigkeit	Wintersemester, annually		
Responsibility of module	Institut für Algebra, Zahlentheorie und Diskrete Mathematik und Institut für Algebraische Geometrie		
Lehrveranstaltungen (SWS)	Vorlesung „Algebra I“ (4 SWS) Tutorial zu „Algebra I“ (2 SWS)		
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Die Course achievement ist im Rahmen der Tutorial zu erbringen. Prüfungsleistung: Exam oder mündliche Prüfung		
Notenzusammensetzung	Note der Exam oder der mündlichen Prüfung		
Credit points (ECTS):	10	Presence study (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 Tutorialsgruppen.			
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:			
<ul style="list-style-type: none">  G. Fischer: <i>Lehrbuch der Algebra</i>  E. Kunz: <i>Algebra</i>  J. Wolfart: <i>Einführung in die Zahlentheorie und Algebra</i> 			
Empfohlene Vorkenntnisse:			
<ul style="list-style-type: none"> • Algebraische Methoden I + II 			
if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:			
Verwendbarkeit:			
<ul style="list-style-type: none"> • Bachelorstudiengang Mathematik Als Modul „Algebra I“ auch für: <ul style="list-style-type: none"> • Fächerübergreifender Bachelorstudiengang • Masterstudiengang Lehramt Gymnasium (Zweifach) 			

Module name, Nr.	Advanced algebraic methods (Fortgeschrittene algebraische Methoden)		0103
Regularity	Wintersemester, annually		
Responsibility of module	Institut für Algebra, Zahlentheorie und Diskrete Mathematik und Institut für Algebraische Geometrie		

Course(SWS)	lecture „Algebra I“ (4 SWS) tutorial on „Algebra I“ (2 SWS)		
Major course assessment for acquisition of LP	The Course achievement is to be performed at the Tutorial Examination performance: Exam or oral examination		
Grade composition	Grade of exam or of oral examination		
Credit points (ECTS):	10	Presence study (h):	90 Self-study (h): 210
Learning outcomes:			
Deepening of the understanding of algebraic structures; insight into the interconnectedness of mathematical fields via applications of algebraic methods in elementary number theory and towards the solution of classical geometric construction problems. Competence for independent development of advanced mathematical reasoning related to the topics of the course, and presentation in the problem classes.			
Course overview:			
Arithmetic of the integers; groups (permutation groups, symmetry groups, group actions); rings (ideals, polynomial rings, divisibility, Euclidean rings, prime factorization); arithmetic modulo n (congruences, prime residue class groups); fields (algebraic field extensions, constructions with ruler and compass, cyclotomic fields, finite fields).			
Reading list:			
<ul style="list-style-type: none">  G. Fischer: <i>Lehrbuch der Algebra</i>  E. Kunz: <i>Algebra</i>  J. Wolfart: <i>Einführung in die Zahlentheorie und Algebra</i> 			
Recommended previous knowledge:			
<ul style="list-style-type: none"> • Algebraic methods I + II 			
if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:			
Applicability:			
<ul style="list-style-type: none"> • Bachelor programme Mathematics As module „Algebra I“ also for: <ul style="list-style-type: none"> • Fächerübergreifender Bachelorstudiengang • Masterstudiengang Lehramt Gymnasium (Zweifach) 			

Module name, Nr.	Praktische Verfahren der Mathematik	0301
Regelmäßigkeit	Wintersemester und Sommersemester, annually	
Responsibility of module	Institut für Angewandte Mathematik	
Lehrveranstaltungen (SWS)	Vorlesung „Numerische Mathematik I“ (4 SWS) Tutorial zu „Numerische Mathematik I“ (2 SWS) Vorlesung „Algorithmisches Programmieren“ (2SWS) Tutorial zu „Algorithmisches Programmieren“ (1 SWS)	
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Course achievement: Die Tutorial zu „Numerische Mathematik I“ Prüfungsleistung: Exam zu „Numerische Mathematik I“ und praktische Programmierprüfung zu „Algorithmisches Programmieren“	
Notenzusammensetzung	Gewichtetes Mittel der Note der Exam (Gewicht 10) und der praktischen Programmierprüfung (Gewicht 4)	
Credit points (ECTS):	14	Presence study (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: <i>Numerische Mathematik I und II</i> , Springer-Verlag.  Ch. Eck, H. Garcke, P. Knabner: <i>Mathematische Modellbildung</i> , Springer-Verlag.		
Empfohlene Vorkenntnisse: <ul style="list-style-type: none"> Lineare Algebra I (und II) und Analysis I (und II) 		
if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:		
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> Bachelorstudiengang Mathematik 		

Module name, Nr.	Praktische Verfahren der Mathematik (Praktische Verfahren der Mathematik)	0301
-------------------------	---	-------------

Regularity	Winter term and summer term, annually		
Responsibility of module	Institut für Angewandte Mathematik		
Course(SWS)	Lecture „Numerische Mathematik I“ (4 SWS) Tutorial on „Numerische Mathematik I“ (2 SWS) Lecture „Algorithmisches Programmieren“ (2SWS) Tutorial on „Algorithmisches Programmieren“ (1 SWS)		
Major course assessment for acquisition of LP	Course achievement: the tutorial on „Numerische Mathematik I“ Examination performance: written exam of „Numerische Mathematik I“ and practical programming exam of „Algorithmisches Programmieren“		
Grade composition	Weighted average of grades in written exam (weight 10) and in practical programming exam (weight 4)		
Credit points (ECTS):	14	Presence study (h):	180 Self-study (h): 240
Learning outcomes: „Numerische Mathematik I“: Knowledge of numerical methods for approximatively solving basic mathematical problems. Assessing the suitability of different methods. Being aware of areas of application and limitations of numerical methods. „Algorithmisches Programmieren“: Capability of using programming languages in modeling and in solving problems from various fields of mathematics and its application areas.			
Course overview: Numerische Mathematik I: Interpolation of functions by polynomials and splines. Quadrature formulae for numerical integration. Direct methods for linear systems of equations: LU and Cholesky decomposition. Iterative methods for linear systems of equations: Jacobi, Gauss-Seidel, CG. Newton's method for systems of nonlinear equations. Condition of mathematical problems and stability of numerical algorithms. Algorithmisches Programmieren: Implementing and testing basic numerical algorithms in a higher programming language.			
Reading list:  P. Deuffhard, A. Hohmann: <i>Numerische Mathematik I</i> . De Gruyter.  A. Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri: <i>Numerische Mathematik I und II</i> , Springer-Verlag.			
Recommended previous knowledge: <ul style="list-style-type: none"> Lineare Algebra I (and II) and Analysis I (and II) 			
if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:			
Applicability: <ul style="list-style-type: none"> Bachelor programme Mathematics 			

Module name, Nr.	Stochastische Methoden		0401
Regelmäßigkeit	Sommersemester, annually		
Responsibility of module	Institut für Mathematische Stochastik		
Lehrveranstaltungen (SWS)	Vorlesung „Mathematische Stochastik I“ (4 SWS) Tutorial zu „Mathematische Stochastik I“ (2 SWS)		
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Course achievement: Tutorial Prüfungsleistung: Exam		
Notenzusammensetzung	Note der Exam		
Credit points (ECTS):	10	Presence study (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 Tutorial			
Inhalte:			
Die Vorlesung Stochastik I bietet eine Einführung in die Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik.			
Zu den Themen zählen:			
<ul style="list-style-type: none"> • 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.: <i>Stochastik</i> , de Gruyter  Jacod, J. & Protter, P.: <i>Probability Essentials</i> , Springer  Krengel, U.: <i>Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik</i>			
Empfohlene Vorkenntnisse:			
<ul style="list-style-type: none"> • Lineare Algebra I (und II) • Analysis I (und II) 			
if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:			
Verwendbarkeit:			
<ul style="list-style-type: none"> • Bachelorstudiengang Mathematik • Fächerübergreifender Bachelorstudiengang (Erstfach) • Masterstudiengang Lehramt Gymnasium (Zweifach) 			

Module name, Nr.	Stochastic Methods (Stochastische Methoden)		0401
Regularity	Summer Semester, Annually		
Responsibility of module	Institut für Mathematische Stochastik		
Course(SWS)	lecture „Mathematische Stochastik I“ (4 SWS) Tutorial „Mathematische Stochastik I“ (2 SWS)		
Major course assessment for acquisition of LP	Course achievement: Tutorial Examination performance: Exam		
Grade composition	Grade of exam		
Credit points (ECTS):	10	Presence study (h):	90 Self-study (h): 210
Learning outcomes:			
Basic knowledge of combinatorics, probability, and statistics. Students should understand elementary stochastic models and techniques, and be able to formulate, analyse and solve simple problems involving randomness.			
Course overview:			
The lecture provides an introduction to probability and statistics.			
Topics include:			
<ul style="list-style-type: none"> • Combinatorics • Axioms of probability theory • Conditional Probability and independence • Random variables and their distributions • Expectation and variance • Modes of convergence • Limit theorems for sums of independent random variables • Elementary statistics 			
Reading list:			
 Georgii, H.: <i>Stochastik</i> , de Gruyter  Jacod, J. & Protter, P.: <i>Probability Essentials</i> , Springer  Krengel, U.: <i>Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik</i>			
Recommended previous knowledge:			
<ul style="list-style-type: none"> • Lineare Algebra I (and II) • Analysis I (and II) 			
if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:			
Applicability:			
<ul style="list-style-type: none"> • Bachelor programme Mathematics • Fächerübergreifender Bachelorstudiengang (Erstfach) • Masterstudiengang Lehramt Gymnasium (Zweitfach) 			

Module name, Nr.	Proseminar		0001
Regelmäßigkeit	Wintersemester und Sommersemester, annually		
Responsibility of module	Institute der Mathematik		
Lehrveranstaltungen (SWS)	Proseminar (2 SWS)		
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Seminarleistung mit schriftlicher Ausarbeitung		
Notenzusammensetzung	Note der Seminarleistung		
Credit points (ECTS):	5	Presence study (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			
if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:			
Verwendbarkeit:			
<ul style="list-style-type: none"> Bachelorstudiengang Mathematik 			

Module name, Nr.	Proseminar		0001
Regularity	wintersemester and summersemester, annual		
Responsibility of module	Institutes of mathematics		
Course(SWS)	Proseminar (2 SWS)		
Major course assessment for acquisition of LP	Seminar performance with written composition		
Grade composition	Grade of seminar performance		
Credit points (ECTS):	5	Presence study (h): 30	Self-Study (h): 120
Learning outcomes:			
Written description of a concrete mathematical topic, its surrounding and if so its historic background. Oral presentation of results. Ability to discuss with other participants. Use of suitable media (black board, PC, projector) for preparation and presentation.			
Course overview:			
variable, depends on topic of proseminar.			
Reading list:			
variable, depends on topic of proseminar.			
Recommended previous knowledge:			
Analytic and algebraic methods			

if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:
Applicability: <ul style="list-style-type: none">• Bachelor programme Mathematics

Compulsory elective modules Bachelor

Module name, Nr.	Grundlagen Bachelor Algebra, Zahlentheorie, Diskrete Mathematik			0104
Responsibility of module	Institut für Algebra, Zahlentheorie und Diskrete Mathematik und Institut für Algebraische Geometrie			
Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Tutorial (4+2): Algebra II oder Diskrete Mathematik (siehe Anhang) Alternative Veranstaltungen können diesem Modul im Vorlesungsverzeichnis zugeordnet sein.			
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Course achievement: nach Wahl der Dozentin oder des Dozenten Prüfungsleistung: oral examination oder Exam			
Credit points (ECTS):	10	Presence study (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.				
if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:				
Verwendbarkeit:				
<ul style="list-style-type: none"> Bachelorstudiengang Mathematik 				

Module name, Nr.	Basics Bachelor Algebra, number theory, discrete mathematics			0104
	(Grundlagen Bachelor Algebra, Zahlentheorie, Diskrete Mathematik)			
Responsibility of module	Institut für Algebra, Zahlentheorie und Diskrete Mathematik und Institut für Algebraische Geometrie			
Course	lecture with tutorial (4+2): Algebra II or Discrete mathematics (see appendix) Alternative courses can be assigned to this module in the university calendar.			
Major course assessment for acquisition of LP	Course achievement: at university lecturer's option Examination performance: oral examination or Exam			
Credit points (ECTS):	10	Presence study (h):	90	Self-study (h): 210
Learning outcomes: Extended knowledge in an area of algebra or basic knowledge in number theory; understanding of relational and operational structures and their algebraic treatment. Knowledge of basic functions in combinatorics, including methods and applications. Solid grasp of mathematical argumentation and methodology. Students are able to solve concrete problems using suitable methods.				

if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:
Applicability: <ul style="list-style-type: none"> Bachelor programme Mathematics

Module name, Nr.	Grundlagen Bachelor Analysis	0204
Responsibility of module	Institut für Analysis und Institut für Differentialgeometrie	
Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Tutorial (4+2): Funktionentheorie oder Mannigfaltigkeiten (siehe Anhang) Alternative Veranstaltungen können diesem Modul im Vorlesungs-verzeichnis zugeordnet sein.	
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Course achievement: nach Wahl der Dozentin oder des Dozenten Prüfungsleistung: oral examination oder Exam	
Credit points (ECTS):	10	Presence study (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.		
if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:		
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> Bachelorstudiengang Mathematik 		

Module name, Nr.	Basics Bachelor Analysis (Grundlagen Bachelor Analysis)	0204
Responsibility of module	Institut für Analysis und Institut für Differentialgeometrie	
Course	lecture with tutorial (4+2): Complex analysis or Manifolds (see appendix) Alternative courses can be assigned to this module in the university calendar.	
Major course assessment for acquisition of LP	Course achievement: at university lecturer's option Examination performance: oral examination or Exam	
Credit points (ECTS):	10	Presence study (h): 90 Self-study (h): 210

Learning outcomes:

Deepened acquisition of analytic thinking based on topics in complex analysis, topology and functional analysis. Sound knowledge and reliable command of mathematical thinking and argumentation. Students gain the ability to solve concrete tasks by applying suitable methods.

if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:

Applicability:

- Bachelor programme Mathematics

Module name, Nr.	Grundlagen Bachelor Geometrie		0501
Responsibility of module	Institut für Algebraische Geometrie und Institut für Differentialgeometrie		
Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Tutorial (4+2): Algebra II oder Mannigfaltigkeiten (siehe Anhang) Alternative Veranstaltungen können diesem Modul im Vorlesungs-verzeichnis zugeordnet sein.		
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Course achievement: nach Wahl der Dozentin oder des Dozenten Prüfungsleistung: oral examination oder Exam		
Credit points (ECTS):	10	Presence study (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.			
if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:			
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> Bachelorstudiengang Mathematik 			

Module name, Nr.	Basics Bachelor Geometry (Grundlagen Bachelor Geometrie)		0501
Responsibility of module	Institut für Algebraische Geometrie und Institut für Differentialgeometrie		
Course	lecture with tutorial (4+2): Algebra II or Manifolds (see appendix) Alternative courses can be assigned to this module in the university calendar.		
Major course assessment for acquisition of LP	Course achievement: at university lecturer's option Examination performance: oral examination or Exam		
Credit points (ECTS):	10	Presence study (h):	90 Self-study (h): 210
Learning outcomes: Understanding of geometric constructions, structures in space and the interplay of algebraic, geometric, analytic, and topological methods. Sure command of mathematical reasoning. Students are able to solve explicit problems using appropriate methods.			
if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:			
Applicability: <ul style="list-style-type: none"> Bachelor programme Mathematics 			

Module name, Nr.	Grundlagen Bachelor Numerik		0302
Responsibility of module	Institut für Angewandte Mathematik		
Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Tutorial (4+2): Numerische Mathematik II (siehe Anhang) Alternative Veranstaltungen können diesem Modul im Vorlesungs-verzeichnis zugeordnet sein.		
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Course achievement: nach Wahl der Dozentin oder des Dozenten Prüfungsleistung: oral examination oder Exam		
Credit points (ECTS):	10	Presence study (h):	90 Selbststudium (h): 210
Kompetenzziele: Kenntnisse numerischer Methoden zur näherungsweise 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.			
if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:			
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> • Bachelorstudiengang Mathematik 			

Module name, Nr.	Basics Bachelor Numerics		0302
	(Grundlagen Bachelor Numerik)		
Responsibility of module	Institut für Angewandte Mathematik		
Course	Lecture and tutorial (4+2): Numerische Mathematik II (see appendix) Alternative courses can be assigned to this module in the university calendar.		
Major course assessment for acquisition of LP	Course achievement: at the instructor's option Examination performance: oral or written exam		
Credit points (ECTS):	10	Presence study (h):	90 Self-study (h): 210
Learning outcomes: Knowledge of numerical methods for approximately solving demanding mathematical problems. Assessing the suitability of different methods depending on the circumstances and on the limitations of numerical methods. Proficiency in the mathematical way of thinking and arguing. Students are capable of solving concrete problems by applying suitable methods.			
if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:			
Applicability: <ul style="list-style-type: none"> • Bachelor programme Mathematics 			

Module name, Nr.	Grundlagen Bachelor Stochastik	0402
Responsibility of module	Institut für Mathematische Stochastik	
Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Tutorial (4+2): Stochastik II (siehe Anhang) Alternative Veranstaltungen können diesem Modul im Vorlesungs-verzeichnis zugeordnet sein.	
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Course achievement: nach Wahl der Dozentin oder des Dozenten Prüfungsleistung: oral examination oder Exam	
Credit points (ECTS):	10	Presence study (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.		
if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:		
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> Bachelorstudiengang Mathematik 		

Module name, Nr.	Basics Bachelor Stochastics	0402
	(Grundlagen Bachelor Stochastik)	
Responsibility of module	Institut für Mathematische Stochastik	
Course	lecture with tutorial (4+2): Probability and Statistics II (see appendix) Alternative courses can be assigned for this module in university calendar.	
Major course assessment for acquisition of LP	Course achievement: at university lecturer's option Examination performance: oral examination or Exam	
Credit points (ECTS):	10	Presence study (h): 90 Self-study (h): 210
Learning outcomes: Probability, Statistics and their Applications. Students understand key mathematical concepts and arguments, and can solve exercises using appropriate methods.		
if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:		
Applicability: <ul style="list-style-type: none"> Bachelor programme Mathematics 		

Module name, Nr.	Spezialisierung Bachelor Algebra, Zahlentheorie,	0105
-------------------------	---	-------------

		Diskrete Mathematik		
Responsibility of module	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	Course achievement: nach Wahl der Dozentin oder des Dozenten Prüfungsleistung: mündliche Prüfung			
Credit points (ECTS):	10	Presence study (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.				
if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:				
Verwendbarkeit:				
<ul style="list-style-type: none"> Bachelorstudiengang Mathematik 				

		Specialisation Bachelor Algebra, number theory, discrete mathematics		0105
Module name, Nr.			(Spezialisierung Bachelor Algebra, Zahlentheorie, Diskrete Mathematik)	
Responsibility of module	Institut für Algebra, Zahlentheorie und Diskrete Mathematik und Institut für Algebraische Geometrie			
Course	Lectures that belong to this module can be found in appendix. Further courses can be assigned for this module in the university calendar.			
Major course assessment for acquisition of LP	Course achievement: at university lecturer's option Examination performance: oral examination			
Credit points (ECTS):	10	Presence study (h):	90	Self-study (h): 210
Learning outcomes:				
Advanced understanding of algebraic arguments and methods, good knowledge of two areas of algebra or number theory. Advanced knowledge of the theory of relational and operational structures and their applications, for instance in coding theory, applied algebra or algebraic combinatorics. The students have a good grasp of the logical structures of the subject; they are able to derive the key results and produce the most important examples. They can analyse problems from the area and identify as well as apply methods suitable for solving them. The students are capable of explaining and justifying their approach.				
if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:				

Applicability:

- Bachelor programme Mathematics

Module name, Nr.	Spezialisierung Bachelor Analysis		0205
Responsibility of module	Institut für Analysis, Institut für Differentialgeometrie und 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	Course achievement: nach Wahl der Dozentin oder des Dozenten Prüfungsleistung: mündliche Prüfung		
Credit points (ECTS):	10	Presence study (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 if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:			
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> Bachelorstudiengang Mathematik 			

Module name, Nr.	Specialisation Bachelor Analysis (Spezialisierung Bachelor Analysis)		0205
Responsibility of module	Institut für Analysis, Institut für Differentialgeometrie und Institut für Angewandte Mathematik		
Course	Lectures that belong to this module can be found in appendix. Further courses can be assigned for this module in the university calendar.		
Major course assessment for acquisition of LP	Course achievement: at university lecturer's option Examination performance: oral examination		
Credit points (ECTS):	10	Presence study (h): 90	Self-study (h): 210
Learning outcomes: Deepened understanding of general analytic, topological and function theoretical methods. Knowledge of qualitative methods for the investigation and solution of ordinary and partial differential equations. The students understand the logical structure of the area, they are able to deduce the most important theorems and they are aware of prominent examples. Students are capable to analyze problems of the area and to identify and apply suitable methods for their solution. They can justify and clearly explain their approach.			
if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:			
Applicability: <ul style="list-style-type: none"> Bachelor programme Mathematics 			

Module name, Nr.	Spezialisierung Bachelor Geometrie		0502
Responsibility of module	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	Course achievement: nach Wahl der Dozentin oder des Dozenten Prüfungsleistung: mündliche Prüfung		
Credit points (ECTS):	10	Presence study (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.			
if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:			
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> Bachelorstudiengang Mathematik 			

Module name, Nr.	Specialisation Bachelor Geometry		0502
Responsibility of module	Institut für Algebraische Geometrie und Institut für Differentialgeometrie		
Course	Lectures that belong to this module can be found in appendix. Further courses can be assigned for this module in the university calendar .		
Major course assessment for acquisition of LP	Course achievement: at university lecturer's option Examination performance: oral examination		
Credit points (ECTS):	10	Presence study (h): 90	Self-study (h): 210
Learning outcomes: In depth knowledge of the relations between algebraic, geometric, analytic and topological structures connecting geometric intuition and axiomatic foundations of the field. Students are familiar with the logical structure of the field, are able to deduce the most important statements and know illustrating examples. Students are able to analyze problems in the subject area and to identify and apply appropriate methods to tackle given problems. The know how to justify their approach and explain it clearly.			
if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:			
Applicability: <ul style="list-style-type: none"> Bachelor programme Mathematics 			

Module name, Nr.	Spezialisierung Bachelor Numerik		0303
Responsibility of module	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	Course achievement: nach Wahl der Dozentin oder des Dozenten Prüfungsleistung: mündliche Prüfung		
Credit points (ECTS):	10	Presence study (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.			
if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:			
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> Bachelorstudiengang Mathematik 			

Module name, Nr.	Specialisation Bachelor Numerics (Spezialisierung Bachelor Numerik)		0303
Responsibility of module	Institut für Angewandte Mathematik		
Course	Lectures in the appendix that belong to this module. Further courses can be assigned to this module in the university calendar.		
Major course assessment for acquisition of LP	Course achievement: at the instructor's option Examination performance: oral exam		
Credit points (ECTS):	10	Presence study (h): 90	Self-study (h): 210
Learning outcomes: Deepened knowledge of numerical methods for approximately solving concrete mathematical problems. Students have comprehended the logical structure of the area. They are capable of deriving the most important facts and know prominent examples. Students are capable of analyzing problems in the area and to identify and apply suitable solution methods. They can substantiate their approach and explain it comprehensively.			
if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:			
Applicability: <ul style="list-style-type: none"> Bachelor programme Mathematik 			

Module name, Nr.	Spezialisierung Bachelor Stochastik		0403
Responsibility of module	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	Course achievement: nach Wahl der Dozentin oder des Dozenten Prüfungsleistung: mündliche Prüfung		
Credit points (ECTS):	10	Presence study (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.			
if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:			
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> Bachelorstudiengang Mathematik 			

Module name, Nr.	Specialisation Bachelor Stochastics (Spezialisierung Bachelor Stochastik)		0403
Responsibility of module	Institut für Mathematische Stochastik		
Course	Lectures that belong to this module can be found in appendix. Further courses can be assigned for this module In the university calendar.		
Major course assessment for acquisition of LP	Course achievement: at university lecturer's option Examination performance: oral examination		
Credit points (ECTS):	10	Presence study (h):	90 Self-study (h): 210
Learning outcomes: Extended knowledge of probability, statistics and their applications. Students understand the key concepts and methods of the field, are able to prove the main results and know important examples and applications. Students can analyse problems, can identify suitable methods for their solution and are able to apply them appropriately. They can justify their solutions strategies and explain them clearly.			
if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:			
Applicability: <ul style="list-style-type: none"> Bachelor programme Mathematics 			

Module name, Nr.	Seminar	0950
Regelmäßigkeit	Beginn ganzjährig möglich	
Responsibility of module	Institute der Mathematik	
Lehrveranstaltungen (SWS)	Seminar (2 SWS)	
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Präsentation mit schriftlicher Ausarbeitung	
Notenzusammensetzung	Note der Seminarleistung	
Credit points (ECTS):	5	Presence study (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 <ul style="list-style-type: none"> • 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		
if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:		
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> • Bachelorstudiengang Mathematik 		

Module name, Nr.	Seminar	0950
Regularity	Start all year long possible	
Responsibility of module	Institutes of mathematics	
Course (SWS)	Seminar (2 SWS)	
Major course assessment for acquisition of LP	Presentation with written elaboration	
Grade composition	Grade of seminar participation	
Credit points (ECTS):	5	Presence study (h) 30 Self-study (h): 120
Learning outcomes: Ability of familiarization in a mathematical topic under guidance. Knowledge acquisition from partly English speaking books und professional journals. Academic writing skills. Presentation skills and use of media. Ability to discuss		

mathematical topics.

Course overview:

Introduction to academic research and writing

- focused academic topic of mathematics after agreement with supervising tutor,
- use of specialist literature/ database;
- mathematic inscribing;
- presentation skills and use of media;

With this seminar the introduction of the bachelor thesis is getting prepared.

Reading list: variable, depends on topics of Seminars.

Recommended previous knowledge: variable, depends on topics of Seminars.

In-depth specialisation for a mathematical topic as part of a seminar

if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:

Applicability:

- Bachelor programme Mathematik

Module name, Nr.	Bachelorarbeit	0901
Regelmäßigkeit	Beginn ganzjährig möglich	
Responsibility of module	Institute der Mathematik	
Lehrveranstaltungen (SWS)	Projekt „Bachelorarbeit“ (13 LP)	
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Prüfungsleistung: Bachelorarbeit	
Notenzusammensetzung	Note der Bachelorarbeit	
Credit points (ECTS):	13	Presence study (h) & Selbststudium (h): 390
Kompetenzziele:		
<p>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.</p>		
Inhalte:		
<p>Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten, selbstständige Projektarbeit unter Anleitung, wissenschaftliches Schreiben</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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		
if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants: mindestens 120 LP		
Verwendbarkeit:		
<ul style="list-style-type: none"> • Bachelorstudiengang Mathematik 		
Prüfungsverfahren:		
<p>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.</p>		

Module name, Nr.	Bachelorthesis	0901
Regularity	Start all year long possible	
Responsibility of module	Institutes of mathematics	
Course(SWS)	Project „Bachelorarbeit“ (13 LP)	
Major course assessment for acquisition of LP	Examination performance: Bachelorthesis	

Grade composition	grade of Bachelorthesis		
Credit points (ECTS):	13	Presence study (h) & Self-study (h):	390
Learning outcomes:			
Ability to independently work in a research topic. Knowledge acquisition from partly english speaking books and professional journals. Ability for realistic planning, timing and for conducting an academic project with the help of academic methods under guidance. Academic writing skills. Ability to discuss own thesis and self-reflection skills.			
Course overview:			
Introduction into academic research, independent projektwork under guidance, academic writing			
<ul style="list-style-type: none"> • a focused academic topic of mathematics after agreement with supervising tutor, • use of specialist literature/Database; • mathematic inscribing; • Presentation skills and use of media; • Planning of Bachelorthesis. 			
Reading list:			
Recommended previous knowledge: Deepening of a mathematic topic in context of a seminar			
if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants: minimum of 120 LP			
Applicability:			
<ul style="list-style-type: none"> • Bachelor programme Mathematics 			
Examination procedure:			
The topic of the bachelor thesis will be fixed by the examiner after consultation with examination candidate. The Issuing is to be put on record and the examination candidate as well as the Studiendekanat must be informed in written form. With the Issuing of the topic the examiner will be booked. During the making of thesis the student will be looked after by the examiner.			

Modules of Master Mathematics

Module name, Nr.	Wahlmodul 1		0004
Responsibility of module	Institute der Mathematik		
Lehrveranstaltungen (SWS)	eine Vorlesung mit Tutorial (4V + 2Ü)		
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Course achievement: nach Wahl der Dozentin oder des Dozenten Prüfungsleistung: oral examination oder Exam		
Notenzusammensetzung	Note der mündlichen Prüfung oder der Exam		
Credit points (ECTS):	10	Presence study (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.			
if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:			
Verwendbarkeit:			
<ul style="list-style-type: none"> • Masterstudiengang Mathematik 			

Module name, Nr.	Elective module 1		0004
Responsibility of module	Institutes of mathematics		
Course(SWS)	A lecture with tutorial (4V + 2Ü)		
Major course assessment for acquisition of LP	Course achievement: at university lecturer's option Examination performance: oral examination or Exam		
Grade composition	grade of oral exam or written exam		
Credit points (ECTS):	10	Presence study (h): 90	Self-study (h): 210
Learning outcomes:			
The students widen their mathematic knowledge. They gain an insight into a chosen field of mathematics. They acquire the skill to deal competently with problems of that particular field.			
if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:			
Applicability:			
<ul style="list-style-type: none"> • Master programme mathematics 			

Module name, Nr.	Wahlmodul 2		0005
Responsibility of module	Institute der Mathematik		
Lehrveranstaltungen (SWS)	eine Vorlesung mit Tutorial (4V + 2Ü)		
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Course achievement: nach Wahl der Dozentin oder des Dozenten Prüfungsleistung: oral examination oder Exam		
Notenzusammensetzung	Note der mündlichen Prüfung oder der Exam		
Credit points (ECTS):	10	Presence study (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.			
if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:			
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> • Masterstudiengang Mathematik 			

Module name, Nr.	Elective module 2		0005
Responsibility of module	Institutes of mathematics		
Course(SWS)	A lecture with tutorial (4V + 2Ü)		
Major course assessment for acquisition of LP	Course achievement: at university lecturer's option Examination performance: oral examination or Exam		
Grade composition	grade of oral exam or written exam		
Credit points (ECTS):	10	Presence study (h): 90	Self-study (h): 210
Learning outcomes: The students widen their mathematic knowledge. They gain an insight into a chosen field of mathematics. They acquire the skill to deal competently with problems of that particular field.			
if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:			
Applicability: <ul style="list-style-type: none"> • Master programme mathematics 			

Module name, Nr.	Wahlmodul 3		0056
Responsibility of module	Institute der Mathematik		
Lehrveranstaltungen (SWS)	eine Vorlesung mit Tutorial (4V + 2Ü)		

Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Course achievement: nach Wahl der Dozentin oder des Dozenten Prüfungsleistung: oral examination oder Exam		
Notenzusammensetzung	Note der mündlichen Prüfung oder der Exam		
Credit points (ECTS):	10	Presence study (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.			
if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:			
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> • Masterstudiengang Mathematik 			

Module name, Nr.	Elective module 3	0056
Responsibility of module	Institutes of mathematics	
Course(SWS)	A lecture with tutorial (4V + 2Ü)	
Major course assessment for acquisition of LP	Course achievement: at university lecturer's option Examination performance: oral examination or Exam	
Grade composition	grade of oral exam or written exam	
Credit points (ECTS):	10	Presence study (h): 90
		Self-study (h): 210
Learning outcomes: The students widen their mathematic knowledge. They gain an insight into a chosen field of mathematics. They acquire the skill to deal competently with problems of that particular field.		
if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:		
Applicability: <ul style="list-style-type: none"> • Master programme mathematics 		

Module name, Nr.	Wahlmodul 4	0057
Responsibility of module	Institute der Mathematik	
Lehrveranstaltungen (SWS)	eine Vorlesung mit Tutorial (4V + 2Ü)	
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Course achievement: nach Wahl der Dozentin oder des Dozenten Prüfungsleistung: oral examination oder Exam	
Notenzusammensetzung	Note der mündlichen Prüfung oder der Exam	

Credit points (ECTS):	10	Presence study (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.					
if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:					
Verwendbarkeit:					
<ul style="list-style-type: none"> • Masterstudiengang Mathematik 					

Module name, Nr.	Elective module 4			0057	
Responsibility of module	Institutes of mathematics				
Course(SWS)	A lecture with tutorial (4V + 2Ü)				
Major course assessment for acquisition of LP	Course achievement: at university lecturer's option Examination performance: oral examination or Exam				
Grade composition	grade of oral exam or written exam				
Credit points (ECTS):	10	Presence study (h):	90	Self-study (h):	210
Learning outcomes:					
The students widen their mathematic knowledge. They gain an insight into a chosen field of mathematics. They acquire the skill to deal competently with problems of that particular field.					
if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:					
Applicability:					
<ul style="list-style-type: none"> • Master programme mathematics 					

Module name, Nr.	Wahlmodul 5			0058	
Responsibility of module	Institute der Mathematik				
Lehrveranstaltungen (SWS)	eine Vorlesung mit Tutorial (4V + 2Ü)				
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Course achievement: nach Wahl der Dozentin oder des Dozenten Prüfungsleistung: oral examination oder Exam				
Notenzusammensetzung	Note der mündlichen Prüfung oder der Exam				
Credit points (ECTS):	10	Presence study (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.					

if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> • Masterstudiengang Mathematik

Module name, Nr.	Elective module 5	0004
Responsibility of module	Institutes of mathematics	
Course(SWS)	A lecture with tutorial (4V + 2Ü)	
Major course assessment for acquisition of LP	Course achievement: at university lecturer's option Examination performance: oral examination or Exam	
Grade composition	grade of oral exam or written exam	
Credit points (ECTS):	10	Presence study (h): 90 Self-study (h): 210
Learning outcomes:		
The students widen their mathematic knowledge. They gain an insight into a chosen field of mathematics. They acquire the skill to deal competently with problems of that particular field.		
if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:		
Applicability: <ul style="list-style-type: none"> • Master programme mathematics 		

Module name, Nr.	Wahlmodul 6	0059
Responsibility of module	Institute der Mathematik	
Lehrveranstaltungen (SWS)	eine Vorlesung mit Tutorial (4V + 2Ü)	
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Course achievement: nach Wahl der Dozentin oder des Dozenten Prüfungsleistung: oral examination oder Exam	
Notenzusammensetzung	Note der mündlichen Prüfung oder der Exam	
Credit points (ECTS):	10	Presence study (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.		
if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:		
Verwendbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> • Masterstudiengang Mathematik 		

Module name, Nr.	Elective module 6		0004
Responsibility of module	Institutes of mathematics		
Course(SWS)	A lecture with tutorial (4V + 2Ü)		
Major course assessment for acquisition of LP	Course achievement: at university lecturer's option Examination performance: oral examination or Exam		
Grade composition	grade of oral exam or written exam		
Credit points (ECTS):	10	Presence study (h): 90	Self-study (h): 210
Learning outcomes:			
The students widen their mathematic knowledge. They gain an insight into a chosen field of mathematics. They aquire the skill to deal competently with problems of that particular field.			
if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:			
Applicability:			
<ul style="list-style-type: none"> Master programme mathematics 			

Module name, Nr.	Schlüsselkompetenzen		0060
Semesterlage	jedes Semester		
Responsibility of module	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		
Credit points (ECTS):	10	Presence study (h): 60	Selbststudium (h): 240
Kompetenzziele:			
<p>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.</p>			
Inhalte:			
Richten sich nach der Veranstaltung. Aktuelle Themen verschiedener mathematischer Gebiete.			
if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:			
Verwendbarkeit:			
<ul style="list-style-type: none"> • Masterstudiengang Mathematik 			

Module name, Nr.	Key Skills (Schlüsselkompetenzen)		0060
Semesterlage	every semester		
Responsibility of module	Institutes of mathematics		
Course(SWS)	two seminars (each 2 SWS)		
Major course assessment for acquisition of LP	Examination performance: Seminar performance in every seminar		
Grade composition	Overall average grade of both seminar performances		
Credit points (ECTS):	10	Presence study (h): 60	Self-study (h): 240
Learning outcomes:			
<p>The students have the ability to independently work in a research topic. This contains especially the independent research of specialist literature for a given topic and the knowledge acquisition from specialised books and articles. Students can recognize connections in regard to content. They acquire knowledge of the English language to be able to study relevant specialist literature. The students are in the position to structure a complex topic of the modern mathematics in a suitable way and to understandable recite. They are capable of having an academic discussion and of self-reflecting.</p>			
Course overview:			
Depends on lecture. Current topics of different mathematics fields.			

if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants:

Applicability:

- Master programme mathematics

Module name, Nr.	Masterarbeit	0902
Semesterlage	Beginn ganzjährig möglich	
Responsibility of module	Institute der Mathematik	
Lehrveranstaltungen (SWS)	Projekt „Masterarbeit“	
Leistungsnachweis zum Erwerb der LP	Course achievement: Referat Prüfungsleistung: Masterarbeit	
Notenzusammensetzung	Note der Masterarbeit (Durchschnittsnote der zwei Gutachten)	
Credit points (ECTS):	30	Arbeitsaufwand(h): 900
Kompetenzziele:		
<p>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.</p>		
Inhalte:		
Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten, selbstständige Projektarbeit unter Anleitung, wissenschaftliches Schreiben.		
<ul style="list-style-type: none"> • aktuelles wissenschaftliches Problem zu Mathematik nach Absprache mit der Betreuerin/dem Betreuer; • mathematisches Aufschreiben; • aktuelle Fachliteratur/Datenbanken. 		
if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants: mindestens 75 LP, Abschluss des Moduls Schlüsselkompetenzen		
Verwendbarkeit:		
<ul style="list-style-type: none"> • 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.		

Module name, Nr.	Masterthesis (Masterarbeit)	0902
Semesterlage	Start all year long possible	
Responsibility of module	Institutes of mathematics	
Course(SWS)	Projekt „Masterarbeit“	
Major course assessment for acquisition of LP	Course achievement: Presentation Examination performance: Masterthesis	
Grade composition	Grade of master thesis (Overall average grade of the two examiner opinions)	
Credit points (ECTS):	30	Arbeitsaufwand(h): 900

Learning outcomes:

The students can independently work in a research. They are able to structure, to prepare and to undertake scientific projects under guidance. They procure an overview over the recent literature and they analyse and solve complex problems. The students can hold critical discussions about their own and external research results and interact constructive with questions and critics. They have the competence to pose self-dependent mathematical facts.

Course overview:

Introduction into academic research, independent projektwork under guidance, academic writing.

- a current academic topic of mathematics after agreement with supervising tutor,
- mathematic inscribing;
- current specialist literature/Database .

if applicable entrance requirement and if applicable restriction of participants: minimum 75 LP, Completion of the module key skills

Applicability:

- Master programme mathematics

Examination procedure:

The topic of the master thesis will be fixed by the first examiner after consultation with examination candidate. The Issuing is to be put on record and the examination candidate as well as the Studiendekanat must be informed in written form. With the Issuing of the topic the first examiner and second examiner will be booked. During the making of thesis the student will be looked after by the first examiner.

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.

Appendix:

Below lectures will be described that can be taken for compulsory elective modules of the Bachelorstudy and for Mastermodules .

The Lectures in **Appendix A** can be taken for the Basics modules Bachelor and in parts for the Specialization modules Bachelor. The lectures in **Appendix B** can be taken for the Mastermodules and in parts for the Specialization modules Bachelor.

The letters **R** and **A** in the upper right-hand corner of the lecture descriptions define the assignment of the lecture to the Abstract (German: Reinen) mathematics or applied (German: Angewandten) mathematics.

Those ******* seen at the Semesterwochenstundenzahl and credit points mean that the course is offered depending on overall supply of that particular Semester as lecture with 4+2 SWS/ 10 CP or with 2+1 SWS/ 5 CP or if applicable as seminar .

More detailed information can be found in the university calendar

Those used abbreviation mean:

[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	60
Algebra II	60


Diskrete Mathematik	61
Differential Geometrie	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Funktionentheorie	62
Numerische Mathematik II	63
Mathematische Stochastik II	64
B. VORLESUNGEN FÜR MODULE IM MASTER	66
B.1 ALGEBRA, ZAHLENTHEORIE UND DISKRETE MATHEMATIK:	66
Algebraische Kombinatorik	66
Algebraische Zahlentheorie I	67
Algebraische Zahlentheorie II	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Algebren und ihre Darstellungen	69
Analytische Zahlentheorie I	70
Analytische Zahlentheorie II	71
Arithmetische Geometrie I	72
Arithmetische Geometrie II	73
Darstellungstheorie	75
Darstellungstheorie endlich-dimensionaler Algebren	76
Darstellungstheorie symmetrischer Gruppen	77
Enumerative Kombinatorik	78
Gruppen und ihre Darstellungen	80
Homologische Algebra	81
Kryptographie	82
Topologie	82
B.2 ALGEBRAISCHE GEOMETRIE	84
Algebraische Flächen	84
Algebraische Geometrie I	85
Algebraische Geometrie II	86
Algebraische Topologie	87


Algorithmische Kommutative Algebra	88
Codierungstheorie	88
Differentialtopologie	90
Ebene Algebraische Kurven	90
Gitter und Codes	92
Modulräume	92
Singularitäten	94
B.3 ANALYSIS	95
Funktionalanalysis	95
Indextheorie	96
Pseudodifferentialoperatoren	97
B.4 ANGEWANDTE ANALYSIS	98
Halbgruppen und Evolutionsgleichungen	98
Interpolationstheorie und Anwendungen	98
Nichtlineare Funktionalanalysis	100
Partielle Differentialgleichungen I	100
Partielle Differentialgleichungen II	102
Qualitative Theorie gewöhnlicher Differentialgleichungen	103
B.5 NUMERISCHE MATHEMATIK UND OPTIMIERUNG	105
hp-Finite Element Methoden	105
Lineare Optimierung	106
Multigrid und Gebietszerlegung	106
Nichtlineare Optimierung I	108
Nichtlineare Optimierung II	109
Numerik der Integralgleichungen	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Numerik für Kontaktprobleme	110
Numerik Partieller Differentialgleichungen	111
Theorie der Näherungsverfahren	111

B.6DIFFERENTIALGEOMETRIE	113
Abbildungsgeometrie	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Analysis auf Mannigfaltigkeiten	113
Eichfeldtheorie	114
Elementare Differentialgeometrie	114
Elliptische Differentialgleichungen aus der Geometrie	115
Geometrische Evolutionsgleichungen	115
Komplexe Differentialgeometrie	115
Konforme Geometrie	116
Riemannsche Geometrie	117
Spin-Geometrie	117
Symplektische Geometrie	118
Transformationsgruppen	118
B.7MATHEMATISCHE STOCHASTIK	119
Asymptotische Statistik	119
Finanzmathematik in diskreter Zeit	120
Finanzmathematik in stetiger Zeit	121
Finanzmathematik: Aktuelle Entwicklungen in der Finanzmathematik	123
Markov-Ketten	123
Nichtparametrische Statistik	124
Personenversicherungsmathematik	125
Schadenversicherungsmathematik	127
Spieltheorie	128
Statistische Entscheidungstheorie und Sequentialverfahren	129
Statistische Verfahren	130
Stochastische Analysis	131
Stochastische Methoden des Operations Research	133
Stochastische Simulation	134

Zufällige diskrete Strukturen und Algorithmen	135
Zeitreihenanalyse	137

A. Lectures for basics modules [Bachelor](#)

Algebra II			R
Art der Vorlesung Bachelor	SWS 4+2	Credit points: 10	Verantwortung IAZD und IAG
Regelmäßigkeit: annually, Sommersemester			
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • 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: <i>Algebra</i> , Springer 2006			
Empfohlene Vorkenntnisse: Algebra I			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen Bachelor Algebra, Zahlentheorie, Diskrete Mathematik • Grundlagen Bachelor Geometrie • Spezialisierung Bachelor Algebra, Zahlentheorie, Diskrete Mathematik • Spezialisierung Bachelor Geometrie 			

Algebra II			R
Type of course Bachelor	SWS 4+2	Credit points: 10	Responsibility IAZD and IAG
Regularity: annual, sommersemester			
Course overview: <ul style="list-style-type: none"> • Field theory (structure of finitely generated field extensions), Galois theory, solvability of algebraic equations • Modules and algebras (Noetherian rings, Hilbert's Basis Theorem, integral ring extensions, modules over principal ideal rings, Artin-Wedderburn Theorem, tensor products) 			
Reading list:  J.C. Jantzen, J. Schwermer: <i>Algebra</i> , Springer 2006			
Recommended previous knowledge: Algebra I			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Basics Bachelor Algebra, Number theory, Discrete mathematics • Basics Bachelor Geometrie • Specialization Bachelor Algebra, Number theory, Discrete mathematics • Specialization Bachelor Geometrie 			


Diskrete Mathematik			R
Art der Vorlesung Bachelor	SWS 4+2	Credit points: 10	Verantwortung IAZD
Regelmäßigkeit: annually, Sommersemester			
<p>Inhalt: Themenbereiche der Vorlesung sind insbesondere:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Enumerationsmethoden und Kombinatorik • Erzeugende Funktionen • Graphentheorie • Fehlerkorrigierende Codes • Orientierte Matroide <p>Grundlegende Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> 📖 M. Aigner: <i>Diskrete Mathematik</i> 📖 Harary: <i>Graphentheorie</i> 📖 A. Björner et al.: <i>Oriented Matroids</i> <p>Empfohlene Vorkenntnisse: Algebra I</p>			
<p>Module affiliation:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen Bachelor Algebra, Zahlentheorie, Diskrete Mathematik 			

Discrete Mathematics (Diskrete Mathematik)			R
Type of course Bachelor	SWS 4+2	Credit points: 10	Responsibility IAZD
Regularity: annual, summersemester			
<p>Course overview:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Enumerations and Combinatorics • Generating functions • Theory of graphs • Error-correcting codes • Algebraic combinatorics or oriented matroids <p>Reading list:</p> <ul style="list-style-type: none"> 📖 M. Aigner: <i>Diskrete Mathematik</i> 📖 Harary: <i>Graphentheorie</i> 📖 A. Björner et al.: <i>Oriented Matroids</i> <p>Recommended previous knowledge: Algebra I</p>			
<p>Module affiliation:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Basics Bachelor Algebra, Number theory, Discrete mathematics 			

Mannigfaltigkeiten			R
Art der Vorlesung Bachelor	SWS 4+2	Credit points: 10	Verantwortung IDG
Regelmäßigkeit: annually, Sommersemester			
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • Topologische und differenzierbare Mannigfaltigkeiten • Tangential- und Kotangentialräume und -bündel • Differentialformen und Vektorfelder • Lie-Ableitungen, Lie-Gruppen und -Algebren • Integration auf Mannigfaltigkeiten, der Satz von Stokes • Vektorbündel und Tensorfelder • Zusammenhänge auf Vektorbündeln, Paralleltransport, kovariante Ableitung und Holonomie 			
Grundlegende Literatur: <ul style="list-style-type: none"> 📖 Boothby, William M., <i>An introduction to differentiable manifolds and Riemannian geometry</i>, Academic Press, Inc., Orlando, FL, 1986 📖 Milnor: <i>Topology from the Differentiable Viewpoint</i>, Princeton University Press 📖 Lee, John M., <i>Introduction to smooth manifolds</i>, Graduate Texts in Mathematics 218, Springer-Verlag, New York 📖 Warner, Frank W., <i>Foundations of differentiable manifolds and Lie groups</i>, Graduate Texts in Mathematics 94, Springer-Verlag New York-Berlin 			
Empfohlene Vorkenntnisse: Analysis III			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen Bachelor Analysis • Grundlagen Bachelor Geometrie • Spezialisierung Bachelor Analysis • Spezialisierung Bachelor Geometrie • Wahlmodul Master Mathematik 			

Funktionentheorie			R
Art der Vorlesung Bachelor	SWS 4+2	Credit points: 10	Verantwortung Institut für Analysis
Regelmäßigkeit: annually, Sommersemester			
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • holomorphe und meromorphe Funktionen • Cauchyscher Integralsatz • lokale Abbildungseigenschaften holomorpher Funktionen • Residuensatz • Riemannscher Abbildungssatz 			
Grundlegende Literatur: <ul style="list-style-type: none"> 📖 L. Ahlfors: <i>Complex Analysis</i>, McGraw-Hill, New York, 1978. 📖 J. Conway: <i>Functions of one Complex Variable</i>, Springer-Verlag, New York 1995. 📖 W. Rudin: <i>Real and Complex Analysis</i>, McGraw-Hill, New York, 1987. 			

Empfohlene Vorkenntnisse: Analysis I-III			
Module affiliation:			
<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen Bachelor Analysis • Specialization Bachelor Analysis 			
Complex Analysis (Funktionentheorie)			R
Type of course	SWS	Credit points:	Responsibility
Bachelor	4+2	10	Institut für Analysis
Regularity: annual, summersemester			
Course overview:			
<ul style="list-style-type: none"> • Holomorphic und meromorphic functions • Cauchy's integral theorem • Local mapping properties of holomorphic functions • Residue theorem • Riemann mapping theorem 			
Reading list:			
<ul style="list-style-type: none"> • L. Ahlfors: <i>Complex Analysis</i>, McGraw-Hill, New York, 1978. • J. Conway: <i>Functions of one Complex Variable</i>, Springer-Verlag, New York 1995. • W. Rudin: <i>Real and Complex Analysis</i>, McGraw-Hill, New York, 1987. 			
Recommended previous knowledge: Analysis I-III			
Module affiliation:			
<ul style="list-style-type: none"> • Basics Bachelor Analysis • Specialization Bachelor Analysis 			

Numerische Mathematik II			A
Art der Vorlesung	SWS	Credit points: 10	Verantwortung
Bachelor und Master	4+2		IFAM
Regelmäßigkeit: annually, Summersemester			
Inhalt:			
Numerische Verfahren für Eigenwertaufgaben: inverse Iteration, QR- und Lanczos-Verfahren, Anfangswertaufgaben für gewöhnliche Differentialgleichungen: Runge-Kutta-Verfahren, Schrittweitensteuerung, steife Differentialgleichungen			
Grundlegende Literatur:			
 Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri: <i>Numerische Mathematik I und II</i> , Springer-Verlag.			
Empfohlene Vorkenntnisse: Numerische Mathematik I			
Module affiliation:			
<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen Bachelor Numerik • Spezialisierung Bachelor Numerik 			
für ein Vertiefungsmodul kombinierbar mit:			
<ul style="list-style-type: none"> • allen Vorlesungen der Angewandten Mathematik oder weiteren Vorlesungen in Absprache mit der/m Prüfenden			




Numerische Mathematik II			A
Type of course	SWS	Credit points:	Responsibility
Bachelor and Master	4+2	10	IFAM
Regularity: annually, summer term			
<p>Course overview: Numerical methods for eigenvalue problems: inverse Iteration, QR algorithm, Lanczos method. Initial value problems for ordinary differential equations: Runge-Kutta methods, adaptive stepsize control, stiff differential equations.</p> <p>Grundlegende Literatur:</p> <p>📖 P. Deufhard, V. Bornemann: <i>Scientific Computing with Ordinary Differential Equations</i>, Springer-Verlag.</p> <p>📖 A. Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri: <i>Numerische Mathematik I and II</i>, Springer-Verlag.</p>			
Recommended previous knowledge: Numerische Mathematik I			
<p>Module affiliation:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Basics Bachelor Numerik • Specialization Bachelor Numerik <p>For an in-depth module it can be combined with:</p> <ul style="list-style-type: none"> • all lectures for applied mathematics <p>or alternative lectures in agreement with examiner</p>			

Mathematische Stochastik II			A
Art der Vorlesung	SWS	Credit points: 10	Verantwortung
Bachelor	4+2		IFMS
Regelmäßigkeit: annually, Wintersemester			
<p>Inhalt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maßtheoretische Grundlagen • Klassische Grenzwertsätze • Martingale • Schätz- und Testtheorie <p>Grundlegende Literatur:</p> <p>📖 P. Billingsley: <i>Probability and Measure</i>, Wiley, New York, 1995.</p> <p>📖 L. Rüschendorf: <i>Mathematische Statistik</i>, Springer, Berlin, 2014.</p>			
Empfohlene Vorkenntnisse: Mathematische Stochastik I			
<p>Module affiliation:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen Bachelor Stochastik • Spezialisierung Bachelor Stochastik 			




Probability and Statistics II (Mathematische Stochastik II)			A
Type of course Bachelor	SWS 4+2	Credit points: 10	Responsibility IFMS
Regularity: annually, Wintersemester			
<p>Course overview:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Measure Theory • Limit Theorems • Martingales • Statistics: Estimators, Confidence Sets, Statistical Tests <p>Reading list:</p> <ul style="list-style-type: none"> • P. Billingsley: <i>Probability and Measure</i>, Wiley, New York, 1995. • L. Rüschendorf: <i>Mathematische Statistik</i>, Springer, Berlin, 2014. • Georgii, H.: <i>Stochastik</i>, de Gruyter • Jacod, J. & Protter, P.: <i>Probability Essentials</i>, Springer <p>Recommended previous knowledge: Probability and Statistics I</p>			
<p>Module affiliation:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Basics Bachelor Stochastics • Specialization Bachelor Stochastics 			


B. Lectures for master modules


B.1 Algebra, Number theory and Discrete mathematics:



Algebraische Kombinatorik			R
Art der Vorlesung Bachelor und Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Verantwortung IAZD
Regelmäßigkeit: unregelmäßig			
<p>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</p> <ul style="list-style-type: none"> • Young-Tableaux und Partitionen • symmetrische Funktionen • gewichtete Enumeration unter Gruppenoperationen • symmetrische Gruppen <p>Grundlegende Literatur:  W. Fulton: <i>Young Tableaux</i>  R. Stanley: <i>Enumerative Combinatorics II</i>  R. Stanley: <i>Algebraic Combinatorics</i></p>			
Empfohlene Vorkenntnisse: Algebra I, Grundlagen aus der Kombinatorik			
<p>Module affiliation:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Spezialisierung Bachelor Algebra, Zahlentheorie, Diskrete Mathematik • Wahlmodul im Master Mathematik <p>Für eine Vertiefung kombinierbar z.B. mit: Enumerative Kombinatorik, Darstellungstheorie</p>			

Algebraic Combinatorics (Algebraische Kombinatorik)			R
Type of course Bachelor and Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Responsibility IAZD
Regularity: irregular			

<p>Course overview: In Algebraic Combinatorics, on the one hand methods from algebra, in particular group theory and representation theory, are applied towards combinatorial problems, on the other hand, combinatorial approaches are fruitfully employed in algebraic contexts. Topics in this area of interaction are in particular concerned with:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Young tableaux and partitions • symmetric functions • weighted enumeration under group actions • symmetric groups <p>Reading list:  W. Fulton: <i>Young Tableaux</i>  R. Stanley: <i>Enumerative Combinatorics II</i>  R. Stanley: <i>Algebraic Combinatorics</i></p> <p>Recommended previous knowledge: Algebra I, Basics of combinatorics</p> <p>Module affiliation:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Specialization Bachelor Algebra, Number theory, Discrete mathematics • Elective Modules of Master Mathematics <p>For an in-depth module it can be combined with e.g.: Enumerative combinatorics, Representation theory</p>
--

Algebraische Zahlentheorie I			R
Art der Vorlesung Bachelor und Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Verantwortung IAZD
Regelmäßigkeit: alle zwei Jahre, Wintersemester			
Inhalt: Einführung in die algebraische Zahlentheorie, ausführliche Behandlung der folgenden Themen: <ul style="list-style-type: none"> • Arithmetik algebraischer Zahlkörper • Zeta- und L-Reihen 			
Grundlegende Literatur:  Neukirch: <i>Algebraische Zahlentheorie</i>			
Empfohlene Vorkenntnisse: Algebra II			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Spezialisierung Bachelor Algebra, Zahlentheorie, Diskrete Mathematik • Wahlmodul Master Mathematik, 			

Algebraic Number Theory I (Algebraische Zahlentheorie I)			R
Type of course Bachelor and Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Responsibility IAZD
Regularity: every two years, wintersemester			
Course overview: Introduction to algebraic number theory, detailed treatment of the following topics: <ul style="list-style-type: none"> • arithmetic of algebraic number fields • zeta- and L-series 			
Reading list:  Neukirch: <i>Algebraische Zahlentheorie</i>			
Recommended previous knowledge: Algebra II			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Specialization Bachelor Algebra, Number theory, Discrete mathematics • Elective module master Mathematics 			

Algebraische Zahlentheorie II			R
Art der Vorlesung Bachelor und Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Verantwortung IAZD
Regelmäßigkeit: alle 2 Jahre, Sommersemester			
Inhalt: Vertiefung der Algebraischen Zahlentheorie durch die Behandlung eines oder mehrere der folgenden Themenbereiche: <ul style="list-style-type: none"> • p-adische Zahlkörper • Klassenkörpertheorie • algorithmische Probleme 			
Grundlegende Literatur:  Neukirch: <i>Algebraische Zahlentheorie</i>  Cohen: <i>Topics in Computational Algebraic Number Theory</i>			
Empfohlene Vorkenntnisse: Algebraische Zahlentheorie I			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Spezialisierung Bachelor Algebra, Zahlentheorie, Diskrete Mathematik • Wahlmodul Master Mathematik 			

Algebraic Number Theory II (Algebraische Zahlentheorie II)			R
Type of course	SWS	Credit points:	Responsibility

Bachelor and Master	4+2	10	IAZD
Regularity: every 2 years, summersemester			
Course overview: Advanced treatment of algebraic number theory via one or more of the following topics: <ul style="list-style-type: none"> • p-adic number fields • class field theory • algorithmic problems 			
Reading list: <ul style="list-style-type: none"> 📖 Neukirch: <i>Algebraische Zahlentheorie</i> 📖 Cohen: <i>Topics in Computational Algebraic Number Theory</i> 			
Recommended previous knowledge: Algebraic Number Theory I			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Specialization Bachelor Algebra, Number theory, Discrete mathematics • Elective module master Mathematics 			

Algebren und ihre Darstellungen			R
Art der Vorlesung Bachelor und Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Verantwortung IAZD
Regelmäßigkeit: unregelmäßig			
Inhalt: Eine beispielorientierte Einführung in die Darstellungstheorie endlich-dimensionaler Algebren und Darstellungen von Köchern. Zentrale Themenbereiche sind: <ul style="list-style-type: none"> 📖 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: <ul style="list-style-type: none"> 📖 K. Erdmann, T. Holm: <i>Algebras and Representation Theory</i> (Manuskript kann zur Verfügung gestellt werden). 📖 Assem, D. Simson, A. Skowronski: <i>Elements of the Representation theory of Associative Algebras 1: Techniques of Representation Theory</i>, London Mathematical Society Student Texts 65, Cambridge University Press, 2006. 			
Empfohlene Vorkenntnisse: (Einführung in die) Darstellungstheorie			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Spezialisierung Bachelor Algebra, Zahlentheorie, Diskrete Mathematik • Wahlmodul Master Mathematik 			

Algebras and their representations (Algebren und ihre Darstellungen)			R
Type of course	SWS	Credit points:	Responsibility
Bachelor and Master	4+2	10	IAZD
Regularity: irregular			
Course overview: An example-driven introduction to the representation theory of finite-dimensional algebras and to representations of quivers. Topics covered include: Representations of finite-dimensional algebras: indecomposable modules and the Krull-Schmidt theorem; representation type; projective and injective modules; introduction to the language of categories and functors; Ext-functors. Representations of quivers: hereditary algebras; quadratic forms associated to quivers; reflection functors; Gabriel's theorem on the representation type of quivers; Dynkin diagrams.			
Reading list:			
<ul style="list-style-type: none"> 📖 K. Erdmann, T. Holm: <i>Algebras and Representation Theory</i> (Manuskript kann zur Verfügung gestellt werden). 📖 Assem, D. Simson, A. Skowronski: <i>Elements of the Representation theory of Associative Algebras 1: Techniques of Representation Theory</i>, London Mathematical Society Student Texts 65, Cambridge University Press, 2006. 			
Recommended previous knowledge: (Einführung in die) Darstellungstheorie (A first course on representation theory.)			
Module affiliation:			
<ul style="list-style-type: none"> • Specialization Bachelor Algebra, Number theory, Discrete mathematics • Elective module master Mathematics 			

Analytische Zahlentheorie I			R
Art der Vorlesung	SWS	Credit points:	Verantwortung
Bachelor und Master	2+2	5	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. Brüderern, 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			

Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • 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.



Analytic Number Theory I (Analytische Zahlentheorie I)			R
Type of course	SWS	Credit points:	Responsibility
Bachelor and Master	2+2	5	IAZD
Regularity: every two years, wintersemester			
Course overview: Introduction to analytic number theory, in particular: Arithmetic functions, Dirichlet series, Perron's formula, analytic properties of the zeta function, prime number theorem, introduction to sieve methods			
Reading list: [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.			
Recommended previous knowledge: Complex Analysis			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Specialization Bachelor Algebra, Number theory, Discrete mathematics • Elective module master Mathematics In each case it can be combined with lectures of Algebra, Number theory, Discrete mathematics (in particular: Analytic Number theory II) or Analysis or alternative lectures in agreement with examiner.			



Analytische Zahlentheorie II			R
Art der Vorlesung	SWS	Credit points:	Verantwortung
Bachelor und Master	2+2	5	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
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • 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

Analytic Number Theory II (Analytische Zahlentheorie II)			R
Type of course	SWS	Credit points:	Responsibility
Bachelor and Master	2+2	5	IAZD
Regularity: every 2 years, summersemester			
Course overview: Advanced treatment of analytic number theory. Possible topics include the the Bombieri-Vinogradov theorem, Tauberian theorems, mean values and distributions of additive and multiplicative functions, applications of the Selberg-Delange and of the saddle point method.			
Reading list: [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.			
Recommended previous knowledge: Complex Analysis, Analytic Number Theory I			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Specialization Bachelor Algebra, Number theory, Discrete mathematics • Elective module master Mathematics In each case it can be combined with lectures of Algebra, Number theory, Discrete mathematics (in particular: Analytic Number theory I) or Analysis or alternative lectures in agreement with examiner			

Arithmetische Geometrie I			R
Art der Vorlesung	SWS	Credit points: 10	Verantwortung
Bachelor und Master	4+2		IAZD

Regelmäßigkeit: alle 2 Jahre, Wintersemester
Inhalt: Einführende Vorlesung in die arithmetische Geometrie, anhand eines der folgenden Themen: <ul style="list-style-type: none"> • Kurven über endlichen Körpern • Elliptische Kurven
Grundlegende Literatur:  Lorenzini: <i>An Invitation to Arithmetic Geometry</i>  Silverman: <i>The Arithmetic of Elliptic Curves</i>
Empfohlene Vorkenntnisse: Algebra II
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Spezialisierung Bachelor Algebra, Zahlentheorie, Diskrete Mathematik • Wahlmodul Master Mathematik

Arithmetic Geometry I (Arithmetische Geometrie I)			R
Type of course	SWS	Credit points:	Responsibility
Bachelor and Master	4+2	10	IAZD
Regularity: every 2 years, wintersemester			
Course overview: Introductory course in arithmetic geometry, based on one of the following topics: <ul style="list-style-type: none"> • curves over finite fields • elliptic curves 			
Reading list:  Lorenzini: <i>An Invitation to Arithmetic Geometry</i>  Silverman: <i>The Arithmetic of Elliptic Curves</i>			
Recommended previous knowledge: Algebra II			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Specialization Bachelor Algebra, Number theory, Discrete mathematics • Elective module master Mathematics 			

Arithmetische Geometrie II			R
Art der Vorlesung	SWS	Credit points: 10	Verantwortung
Master	4+2		IAZD
Regelmäßigkeit: alle zwei Jahre, Summersemester			

<p>Inhalt: Vertiefende Vorlesung über einen der folgenden Themenbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modulformen und Modularität • diophantische Geometrie • arithmetische Fundamentalgruppen <p>Grundlegende Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> 📖 Diamond, Shurman: <i>A first course in modular forms</i> 📖 Hindry, Silverman: <i>Diophantine Geometry</i> <p>Empfohlene Vorkenntnisse: Arithmetische Geometrie I oder Algebraische Geometrie</p>
<p>Module affiliation:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wahlmodul Master Mathematik,

Arithmetic Geometry II (Arithmetische Geometrie II)			R
Type of course Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Responsibility IAZD
Regularity: every zwei years, summersemester			
<p>Course overview: Advanced course on one of the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> • modular forms and modularity • diophantine geometry • arithmetic fundamental groups <p>Reading list:</p> <ul style="list-style-type: none"> 📖 Diamond, Shurman: <i>A first course in modular forms</i> 📖 Hindry, Silverman: <i>Diophantine Geometry</i> <p>Recommended previous knowledge: Arithmetic Geometry I or Algebraic Geometry</p>			
<p>Module affiliation:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elective module master Mathematics 			

Darstellungstheorie			R
Art der Vorlesung Bachelor und Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Verantwortung IAZD
Regelmäßigkeit: alle zwei Jahre, Wintersemester			
<p>Inhalt: Eine Einführung in die Theorie der Darstellungen halbeinfacher (assoziativer) Algebren, mit Schwerpunkt auf Gruppenalgebren und Charakteren. Zentrale Themenbereiche sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> 📖 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) <p>Grundlegende Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> 📖 G. James, M. Liebeck: <i>Representations and Characters of Groups</i>, Cambridge University Press, 2001 (2nd Edition). 📖 J. Jantzen, J. Schwermer: <i>Algebra</i> <p>Empfohlene Vorkenntnisse: Algebra I ist erforderlich, Algebra II ist wünschenswert</p>			
<p>Module affiliation:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Spezialisierung Bachelor Algebra, Zahlentheorie, Diskrete Mathematik • Wahlmodul Master Mathematik 			

Representation theory (Darstellungstheorie)			R
Type of course Bachelor und Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Responsibility IAZD
Regularity: every 2 years, wintersemester			
<p>Course overview: The course provides an introduction into the theory of semisimple (associative) algebras, with a focus on group algebras and characters. Central topics are</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modules and representations of groups and algebras (simple and semisimple modules, composition series, indecomposable modules, semisimple algebras, Jacobson radical, Artin-Wedderburn decomposition, Maschke's Theorem) 📖 Fundamentals of the character theory of finite groups (irreducible characters, inner product for characters, orthogonality relations, computation of character tables, tensor products and products of characters) <p>Reading list:</p> <ul style="list-style-type: none"> 📖 G. James, M. Liebeck: <i>Representations and Characters of Groups</i>, Cambridge University Press, 2001 (2nd Edition). 📖 J. Jantzen, J. Schwermer: <i>Algebra</i> <p>Recommended previous knowledge: Algebra I is necessary, Algebra II is desirable</p>			




Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Specialization Bachelor Algebra, Number theory, Discrete mathematics • Elective module master Mathematics



Darstellungstheorie endlich-dimensionaler Algebren			R
Art der Vorlesung Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Verantwortung IAZD
Regelmäßigkeit: unregelmäßig			
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • 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: <ul style="list-style-type: none"> 📖 Assem, D. Simson, A. Skowronski: <i>Elements of the Representation theory of Associative Algebras 1: Techniques of Representation Theory</i>, London Mathematical Society Student Texts 65, Cambridge University Press, 2006. 📖 M. Auslander, I. Reiten, S. Smalø: <i>Representation Theory of Artin Algebras</i>, Cambridge studies in advanced mathematics 36, Cambridge University Press, 1995. 			
Empfohlene Vorkenntnisse: Algebren und ihre Darstellungen			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Wahlmodul Master Mathematik 			

Representation theory of finite-dimensional algebras (Darstellungstheorie endlich-dimensionaler Algebren)			R
Type of course Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Responsibility IAZD
Regularity: irregular			






<p>Course overview:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quivers with relations • Morita equivalence • Auslander-Reiten Reiten theory (irreducible morphisms, almost split sequences, Auslander-Reiten quivers) • tilting theory (torsion pairs, tilting modules, Brenner-Butler theorem) <p>Reading list:</p> <ul style="list-style-type: none"> 📖 Assem, D. Simson, A. Skowronski: <i>Elements of the Representation theory of Associative Algebras 1: Techniques of Representation Theory</i>, London Mathematical Society Student Texts 65, Cambridge University Press, 2006. 📖 M. Auslander, I. Reiten, S. Smalø: <i>Representation Theory of Artin Algebras</i>, Cambridge studies in advanced mathematics 36, Cambridge University Press, 1995. <p>Recommended previous knowledge: Algebras and their representations</p> <p>Module affiliation:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elective module master Mathematics
--



Darstellungstheorie symmetrischer Gruppen			R
Art der Vorlesung Bachelor und Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Verantwortung IAZD
Regelmäßigkeit: alle zwei Jahre, Wintersemester			
<p>Inhalt: Es werden Themen der gewöhnlichen und modularen Darstellungstheorie symmetrischer Gruppen und die zugehörige Kombinatorik behandelt, insbesondere:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>Grundlegende Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> 📖 G. James, A. Kerber: <i>The Representation Theory of the Symmetric Group</i> 📖 B. Sagan: <i>The Symmetric Group</i> 📖 R. Stanley: <i>Enumerative Combinatorics II</i> <p>Empfohlene Vorkenntnisse: Darstellungstheorie ist erforderlich, Gruppen und ihre Darstellungen ist wünschenswert</p>			
<p>Module affiliation:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Spezialisierung Bachelor Algebra, Zahlentheorie, Diskrete Mathematik • Wahlmodul Master Mathematik 			



Representation theory of symmetric groups (Darstellungstheorie symmetrischer Gruppen)			R
Type of course Bachelor and Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Responsibility IAZD
Regularity: every 2 years, wintersemester			
Course overview: Topics both from ordinary and modular representation theory of symmetric groups are covered, in particular: <ul style="list-style-type: none"> • classification and properties of the irreducible characters of the symmetric groups • symmetric functions • permutation modules and Specht modules • representations in positive characteristic: simple modules and the decomposition of Specht modules 			
Reading list:  G. James, A. Kerber: <i>The Representation Theory of the Symmetric Group</i>  B. Sagan: <i>The Symmetric Group</i>  R. Stanley: <i>Enumerative Combinatorics II</i>			
Recommended previous knowledge: Representation theory is necessary, Groups and their representations is desirable			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Specialization Bachelor Algebra, Number theory, Discrete mathematics • Elective module master Mathematics 			



Enumerative Kombinatorik			R
Art der Vorlesung Bachelor	SWS 4+2	Credit points: 10	Verantwortung IAZD
Regelmäßigkeit: unregelmäßig			
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • erzeugende Funktionen für gewichtete kombinatorische Objekte • bijektive Kombinatorik • konstruktive Kombinatorik 			
Grundlegende Literatur:  R. Stanley: <i>Enumerative Combinatorics I, II</i>  D. Stanton, D. White: <i>Constructive Combinatorics</i>			
Empfohlene Vorkenntnisse: Algebra I			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Spezialisierung Bachelor Algebra, Zahlentheorie, Diskrete Mathematik 			

Enumerative combinatorics (Enumerative Kombinatorik)			R
Type of course Bachelor	SWS 4+2	Credit points: 10	Responsibility IAZD
Regularity: irregular			
Course overview: <ul style="list-style-type: none"> • generating functions for weighted combinatorial objects • bijective combinatorics • constructive combinatorics 			
Reading list: <ul style="list-style-type: none"> 📖 R. Stanley: <i>Enumerative Combinatorics I, II</i> 📖 D. Stanton, D. White: <i>Constructive Combinatorics</i> 			
Recommended previous knowledge: Algebra I			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Specialization Bachelor Algebra, Number theory, Discrete mathematics 			

Gruppen und ihre Darstellungen			R
Art der Vorlesung Bachelor und Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Verantwortung IAZD
Regelmäßigkeit: alle 2 Jahre, Sommersemester			
<p>Inhalt: Struktur endlicher Gruppen und ihrer gewöhnlichen und modularen Darstellungen; Themenbereiche sind insbesondere:</p> <ul style="list-style-type: none">  Weiterführung der (komplexen) Charaktertheorie: induzierte Charaktere, Frobenius-Reziprozität, Satz von Mackey, Charaktergrade und Charakterwerte  Struktur von Gruppen: Sylow-Sätze, auflösbare Gruppen, Burnside'scher $p^a q^b$-Satz  Modulare Darstellungstheorie: Unzerlegbare Darstellungen, projektive und einfache Moduln, Induzierte Darstellungen, Zerlegungszahlen, Blöcke von Darstellungen <p>Grundlegende Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none">  G. James, M. Liebeck: <i>Representations and Characters of Groups</i>  H. Nagao, Y. Tsushima: <i>Representations of finite groups</i> <p>Empfohlene Vorkenntnisse: Algebra II, Darstellungstheorie</p>			
<p>Module affiliation:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Spezialisierung Bachelor Algebra, Zahlentheorie, Diskrete Mathematik • Wahlmodul Master Mathematik 			





Groups and their representations (Gruppen und ihre Darstellungen)			R
Type of course Bachelor and Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Responsibility IAZD
Regularity: every 2 years, summersemester			
<p>Course overview: Structure of finite groups and their ordinary and modular representations; in particular, the topics are:</p> <ul style="list-style-type: none"> • continuation of the theory of complex characters: induced characters, Frobenius reciprocity, Mackey's Theorem, character degrees and character values • structure of groups: Sylow's theorems, solvable groups, Burnside's $p^a q^b$ Theorem • modular representation theory: indecomposable representations, projective and simple modules, induced representations, decomposition numbers, blocks of representations <p>Reading list:</p> <ul style="list-style-type: none">  G. James, M. Liebeck: <i>Representations and Characters of Groups</i>  H. Nagao, Y. Tsushima: <i>Representations of finite groups</i> <p>Recommended previous knowledge: Algebra II, Representation theory</p>			
<p>Module affiliation:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Specialization Bachelor Algebra, Number theory, Discrete mathematics • Elective module master Mathematics 			

Homologische Algebra			R
Art der Vorlesung Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Verantwortung IAZD
Regelmäßigkeit: unregelmäßig			
<p>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</p> <p>Grundlegende Literatur:  Rotman: <i>An Introduction to Homological Algebra</i> (Second Edition)  Weibel: <i>An introduction to homological algebra</i></p> <p>Empfohlene Vorkenntnisse: Algebra II</p> <p>Module affiliation:</p> <ul style="list-style-type: none"> Wahlmodul Master Mathematik 			


Homological Algebra (Homologische Algebra)			R
Type of course Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Responsibility IAZD
Regularity: irregular			
<p>Course overview: Exact sequences; groups of homomorphisms; tensor products of modules over rings; projective, injective and flat modules; categories and functors; chain complexes and cochain complexes; homology and cohomology of complexes; projective and injective resolutions; derived functors; Ext-functors; Tor-functors and applications.</p> <p>Reading list:  Rotman: <i>An Introduction to Homological Algebra</i> (Second Edition)  Weibel: <i>An introduction to homological algebra</i></p> <p>Recommended previous knowledge: Algebra II</p> <p>Module affiliation:</p> <ul style="list-style-type: none"> Elective module master Mathematics 			


Kryptographie			R/A
Art der Vorlesung Bachelor	SWS 4+2	Credit points: 10	Verantwortung IAZD/IAG
Regelmäßigkeit: unregelmäßig			
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • allgemeine Konzepte der Kryptographie • RSA-Verfahren • der diskrete Logarithmus 			
Grundlegende Literatur: <ul style="list-style-type: none"> 📖 Buchmann: <i>Einführung in die Kryptographie</i> 📖 Karpfinger, Kiechle: <i>Kryptologie, Vieweg+Teubner 2010</i> 			
Empfohlene Vorkenntnisse: Algebra I			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Spezialisierung Bachelor Algebra, Zahlentheorie, Diskrete Mathematik 			

Topologie			R
Art der Vorlesung Bachelor und Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Verantwortung IAZD
Regelmäßigkeit: unregelmäßig			
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • Topologische Räume, stetige Abbildungen • Zusammenhang, Trennungsaxiome • Kompaktheit • Konstruktionen (insbes. Produkte, Quotienten) • Homotopie von Abbildungen • Fundamentalgruppen • Überlagerungen 			
Grundlegende Literatur: <ul style="list-style-type: none"> 📖 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			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Spezialisierung Bachelor Algebra, Zahlentheorie, Diskrete Mathematik 			

Topology (Topologie)			R
Type of course	SWS	Credit points:	Responsibility
Bachelor and Master	4+2	10	IAZD
Regularity: irregular			
Course overview:			
<ul style="list-style-type: none"> • Topological spaces, continuous maps • connected spaces, separation axioms • compactness • constructions (products, quotients) • homotopy of maps • fundamental groups • coverings 			
Reading list:			
<ul style="list-style-type: none">  K. Jänich: Topologie  G. Laures, M. Szymik: Grundkurs Topologie  B.v. Querenburg: Mengentheoretische Topologie  R. Stöcker, H. Zieschang: Algebraische Topologie 			
Recommended previous knowledge: Analysis I and II			
Module affiliation:			
<ul style="list-style-type: none"> • Specialization Bachelor Algebra, Number theory, Discrete mathematics 			

B.2 Algebraic Geometry

Algebraische Flächen			R
Art der Vorlesung Master und GRK	SWS ***	Credit points: ***	Verantwortung IAG
Regelmäßigkeit: alle zwei bis drei Jahre, Sommersemester			
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • birationale Abbildungen zwischen Flächen • Schnitttheorie • Kodaira Klassifikation 			
Grundlegende Literatur:  Beauville: <i>Complex algebraic surfaces</i> , CUP, 1983.			
Empfohlene Vorkenntnisse: Algebraische Geometrie, hilfreich: Algebra II			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Wahlmodul Master Mathematik 			

Algebraic Surfaces (Algebraische Flächen)			R
Type of course Master and GRK	SWS ***	Credit points: ***	Responsibility IAG
Regularity: every 2 to 3 years, summersemester			
Course overview: <ul style="list-style-type: none"> • birational maps between surfaces • intersection theory • Kodaira classification 			
Reading list:  Beauville: <i>Complex algebraic surfaces</i> , CUP, 1983.			
Recommended previous knowledge: Algebraic Geometry, helpful: Algebra II			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Elective module master Mathematics 			

Algebraische Geometrie I			R
Art der Vorlesung Bachelor, Master und GRK	SWS 4+2	Credit points: 10	Verantwortung IAG
Regelmäßigkeit: annually, Wintersemester			
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • affine und projektive Varietäten • Morphismen und birationale Abbildungen • Dimension, Grad, Glattheit, Singularitäten • Garben und Schemata 			
Empfohlene Vorkenntnisse: Algebra I; hilfreich: Algebra II, Funktionentheorie			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Spezialisierung Bachelor Geometrie • Wahlmodul Master Mathematik 			

Algebraic Geometry I (Algebraische Geometrie I)			R
Type of course Bachelor, Master and GRK	SWS 4+2	Credit points: 10	Responsibility IAG
Regularity: annual, wintersemester			
Course overview: <ul style="list-style-type: none"> • affine and projective varieties • morphisms and rational maps • dimension, degree, smoothness, singularities • sheaves and schemes 			
Recommended previous knowledge: Algebra I; helpful: Algebra II, Complex analysis			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Specialization Bachelor Geometry • Elective module master Mathematics 			

Algebraische Geometrie II			R
Art der Vorlesung Bachelor, Master und GRK	SWS 4+2	Credit points: 10	Verantwortung IAG
Regelmäßigkeit: annually, Sommersemester			
Inhalt: Es werden Themen der algebraischen Geometrie vertieft; mögliche Schwerpunkte: <ul style="list-style-type: none"> • Kurventheorie • Schemata • Hilbert-Polynom • Garbenkohomologie • Schnitttheorie • Divisoren 			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Spezialisierung Bachelor Geometrie • Wahlmodul Master Mathematik 			

Algebraic Geometry II (Algebraische Geometrie II)			R
Type of course Bachelor, Master and GRK	SWS 4+2	Credit points: 10	Responsibility IAG
Regularity: annual, summersemester			
Course overview: Some topics of Algebraic Geometry are covered in detail. Possible topics include: <ul style="list-style-type: none"> • Theory of curves • Schemes • Hilbert polynomial • Sheaf cohomology • Intersection theory • divisors 			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Specialization Bachelor Geometry • Elective module master Mathematics 			

Algebraische Topologie			R
Art der Vorlesung Bachelor und Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Verantwortung IAG
Regelmäßigkeit: unregelmäßig			
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • Homologietheorie, singuläre Homologie, Zellenkomplex • Kohomologietheorie • Poincaré Dualität 			
Empfohlene Vorkenntnisse: Algebra I, hilfreich: Algebra II			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Spezialisierung Bachelor Geometrie • Spezialisierung Bachelor Algebra, Zahlentheorie, Diskrete Mathematik • Wahlmodul Master Mathematik 			

Algebraische Topologie			R
Type of course Bachelor and Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Responsibility IAG
Regularity: irregular			
Course overview: <ul style="list-style-type: none"> • homology theory, singular homology, cell complex • cohomology theory • Poincaré duality 			
Recommended previous knowledge: Algebra I, helpful: Algebra II			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Specialization Bachelor Geometry • Specialization Bachelor Algebra, Number theory, Discrete mathematics • Elective module master Mathematics 			

Algorithmische Kommutative Algebra			R
Art der Vorlesung Bachelor und Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Verantwortung IAG
Regelmäßigkeit: unregelmäßig			
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • polynomiale Gleichungssysteme • Gröbner Basen, Syzygien, freie Auflösungen • Dimension, ganzer Abschluß, Primärzerlegung 			
Empfohlene Vorkenntnisse: Algebra I; hilfreich: Algebra II			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Spezialisierung Bachelor Algebra, Zahlentheorie, Diskrete Mathematik • Spezialisierung Bachelor Geometrie • Wahlmodul Master Mathematik 			

Algorithmic Commutative Algebra (Algorithmische Kommutative Algebra)			R
Type of course Bachelor and Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Responsibility IAG
Regularity: irregular			
Course overview: <ul style="list-style-type: none"> • Polynomial systems • Groebner Bases, syzygies, free resolutions • Dimension, integral closure, primary decomposition 			
Recommended previous knowledge: Algebra I; helpful: Algebra II			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Specialization Bachelor Algebra, Number theory, Discrete mathematics • Specialization Bachelor Geometry • Elective module master Mathematics 			

Codierungstheorie			R
Art der Vorlesung Bachelor und Master	SWS 4+2 (2+1)	Credit points: 10 (5)	Verantwortung IAG

Regelmäßigkeit: unregelmäßig
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • lineare Codes • spezielle gute Codes • Decodierung • zyklische Codes
Empfohlene Vorkenntnisse: Algebra I
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Spezialisierung Bachelor Algebra, Zahlentheorie, Diskrete Mathematik • Spezialisierung Bachelor Geometrie • Wahlmodul Master Mathematik

Codierungstheorie			R
Type of course Bachelor and Master	SWS 4+2 (2+1)	Credit points: 10 (5)	Responsibility IAG
Regularity: irregular			
Course overview: <ul style="list-style-type: none"> • linear codes • special good codes • decoding • cyclic codes 			
Recommended previous knowledge: Algebra I			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Specialization Bachelor Algebra, Number theory, Discrete mathematics • Specialization Bachelor Geometry • Elective module master Mathematics 			


Differentialtopologie			R
Art der Vorlesung Master und GRK	SWS 4+2	Credit points: 10	Verantwortung: IAG
Regelmäßigkeit: unregelmäßig			
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • differenzierbare Mannigfaltigkeiten und Abbildungen • Tangentialbündel, Vektorfelder • dynamische Systeme • Morsetheorie 			
Empfohlene Vorkenntnisse: Analysis III			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Wahlmodul Master Mathematik 			


Differential topology (Differentialtopologie)			R
Type of course Master and GRK	SWS 4+2	Credit points: 10	Responsibility: IAG
Regularity: irregular			
Course overview: <ul style="list-style-type: none"> • Differentiable manifolds and maps • tangent bundles, vector fields • dynamical systems • morse theory 			
Recommended previous knowledge: Analysis III			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Elective module master Mathematics 			

Ebene Algebraische Kurven			R
Art der Vorlesung Bachelor und Master, auch Lehramt	SWS 2+1	Credit points: 5	Verantwortung IAG
Regelmäßigkeit: unregelmäßig			

<p>Inhalt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schnittverhalten ebener algebraischer Kurven, Satz von Bezout • Tangenten, Wendepunkte, Glattheit und Singularitäten • polare Kurve, Hesse-Kurve, duale Kurve, Plückerformeln <p>Empfohlene Vorkenntnisse: Algebra I</p>
<p>Module affiliation:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Spezialisierung Bachelor Geometrie • Wahlmodul Master Mathematik

Plane Algebraic Curves (Ebene Algebraische Kurven)			R
Type of course Bachelor and Master, also Teaching profession	SWS 2+1	Credit points: 5	Responsibility IAG
Regularity: irregular			
<p>Course overview:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Intersection of plane curves, Bezout theorem • Tangents, points of inflection, smoothness and singularities • Polar curve, Hesse curve, dual curve, Plücker formulae <p>Recommended previous knowledge: Algebra I</p>			
<p>Module affiliation:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Specialization Bachelor Geometry • Elective module master Mathematics 			


Gitter und Codes			R
Art der Vorlesung Bachelor und Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Verantwortung IAG
Regelmäßigkeit: unregelmäßig			
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • ganzzahlige Gitter • lineare Codes • Gewichtszähler und Thetafunktionen 			
Grundlegende Literatur:  W.Ebeling: <i>Lattices and Codes</i> , 3. Auflage, Springer, 2013.			
Empfohlene Vorkenntnisse: Algebra I, Funktionentheorie			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Spezialisierung Bachelor Geometrie • Spezialisierung Bachelor Algebra, Zahlentheorie, Diskrete Mathematik • Wahlmodul Master Mathematik 			


Lattices and Codes (Gitter und Codes)			R
Type of course Bachelor and Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Responsibility IAG
Regularity: irregular			
Course overview: <ul style="list-style-type: none"> • Integral lattices • Linear codes • Weight enumerators and theta functions 			
Reading list:  W.Ebeling: <i>Lattices and Codes</i> , 3. Auflage, Springer, 2013.			
Recommended previous knowledge: Algebra I, Complex analysis			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Specialization Bachelor Geometry • Specialization Bachelor Algebra, Number theory, Discrete mathematics • Elective module master Mathematics 			

Modulräume			R
Art der Vorlesung Master und GRK	SWS ***	Credit points: ***	Verantwortung IAG
Regelmäßigkeit: alle 2-3 Jahre, Sommersemester			

Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • Modulprobleme, feine und grobe Modulräume • Konstruktion von Modulräumen, geometrische Invariantentheorie • Beispiele von Modulräumen, insbesondere Modulraum algebraischer Kurven
Empfohlene Vorkenntnisse: Algebra II, Algebraische Geometrie
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Wahlmodul Master Mathematik

Moduli Spaces (Modulräume)			R
Type of course	SWS	Credit points:	Responsibility
Master and GRK	***	***	IAG
Regularity: every 2-3 years, summersemester			
Course overview: <ul style="list-style-type: none"> • Moduli problems, coarse and fine moduli spaces • Construction of moduli spaces, geometric invariant theory • Examples of moduli spaces, in particular moduli of curves 			
Recommended previous knowledge: Algebra II, Algebraic Geometry			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Elective module master Mathematics 			

Singularitäten			R
Art der Vorlesung Master und GRK	SWS 4+2	Credit points: 10	Verantwortung IAG
Regelmäßigkeit: unregelmäßig			
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • holomorphe Funktionen mehrerer Veränderlicher • analytische Mengenkeime • Entfaltungen und Deformationen • Klassifikation von Singularitäten 			
Grundlegende Literatur:  W. Ebeling: <i>Funktionentheorie, Differentialtopologie und Singularitäten</i> , Vieweg, 2001.			
Empfohlene Vorkenntnisse: Algebra II			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Wahlmodul Master Mathematik 			

Singularitäten			R
Type of course Master and GRK	SWS 4+2	Credit points: 10	Responsibility IAG
Regularity: irregular			
Course overview: <ul style="list-style-type: none"> • Holomorphic functions of several variables • Analytic set germs • Unfoldings and deformations • Classification of singularities 			
Reading list:  W. Ebeling: <i>Funktionentheorie, Differentialtopologie und Singularitäten</i> , Vieweg, 2001.			
Recommended previous knowledge: Algebra II			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Elective module master Mathematics 			

B.3 Analysis

Funktionalanalysis			R/A
Art der Vorlesung Bachelor und Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Verantwortung Bauer, Escher, Schrohe, Walker
Regelmäßigkeit: annually			
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • 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			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Spezialisierung Bachelor Analysis • Wahlmodul Master Mathematik 			

Functional Analysis (Funktionalanalysis)			R/A
Type of course Bachelor and Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Responsibility Bauer, Escher, Schrohe, Walker
Regularity: annual			
Course overview: <ul style="list-style-type: none"> • Baire's theorem • Hahn-Banach theorem, convexity • Principle of uniform boundedness • Open mapping theorem, closed graph theorem • Linear operators in Hilbert space • Compact operators • Unbounded operators 			
Recommended previous knowledge: Analysis I-III, Linear Algebra I			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Specialization Bachelor Analysis 			

Indextheorie			R
Art der Vorlesung Bachelor und Master	SWS 2+1	Credit points: 5	Verantwortung Schrohe
Regelmäßigkeit: unregelmäßig			
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • 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			
Module affiliation: Spezialisierung Bachelor Analysis Wahlmodul Master Mathematik			

Index theory (Indextheorie)			R
Type of course Bachelor and Master	SWS 2+1	Credit points: 5	Responsibility Schrohe
Regularity: irregular			
Course overview: <ul style="list-style-type: none"> • Fredholm operators in Banach spaces • Spectral theory of compact operators and the Fredholm alternative • Components of the Fredholm operators in Hilbert spaces • Toeplitz operators and their index • Computation of the index via the operator trace • Pseudodifferential operators • Fedosov's index formula 			
Recommended previous knowledge: Analysis I-III, Linear Algebra I, Functional Analysis			
Module affiliation: Specialization Bachelor Analysis			

Pseudodifferentialoperatoren			R/A
Art der Vorlesung Bachelor und Master	SWS 2+1	Credit points: 5	Verantwortung Bauer, Escher, Schrohe, Walker
Regelmäßigkeit: unregelmäßig			
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • 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			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Spezialisierung Bachelor Analysis • Wahlmodul Master Mathematik 			

Pseudodifferential Operators (Pseudodifferentialoperatoren)			R/A
Type of course Bachelor and Master	SWS 2+1	Credit points: 5	Responsibility Bauer, Escher, Schrohe, Walker
Regularity: irregular			
Course overview: <ul style="list-style-type: none"> • Fourier transform • Tempered distributions • Sobolev spaces • Oscillatory integrals • Symbol classes • Continuity properties and calculus • Ellipticity and parametrix construction • Operators on manifolds • Wave front sets 			
Recommended previous knowledge: Analysis I-III, Lineare Algebra I, Functional Analysis			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Specialization Bachelor Analysis 			

B.4 Angewandte Analysis

Halbgruppen und Evolutionsgleichungen			R/A
Art der Vorlesung Bachelor und Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Verantwortung Escher, Walker
Regelmäßigkeit: alle ein bis zwei Jahre			
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • abgeschlossene Operatoren in Banachräumen • stark stetige und analytische Halbgruppen • Generatoren • Charakterisierungssätze • semilineare Cauchy Probleme • gebrochene Potenzen • maximale Regularität 			
Empfohlene Vorkenntnisse: Analysis I-III, Lineare Algebra I und II			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Spezialisierung Bachelor Analysis • Wahlmodul Master Mathematik 			

Semigroups and Evolution Equations (Halbgruppen und Evolutionsgleichungen)			R/A
Type of course Bachelor and Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Responsibility Escher, Walker
Regularity: every one to two years			
Course overview: <ul style="list-style-type: none"> • closed operators in Banach spaces • strongly continuous and analytic semigroups • generators of semigroups • characterization theorems • semilinear Cauchy problems • fractional powers of operators • maximal regularity 			
Recommended previous knowledge: Analysis I-III, Linear Algebra I and II			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Specialization Bachelor Analysis • Elective module master Mathematics 			

Interpolationstheorie und Anwendungen	R/A
---------------------------------------	-----

Art der Vorlesung Bachelor und Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Verantwortung Escher, Walker
Regelmäßigkeit: unregelmäßig			
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • 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			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Spezialisierung Bachelor Analysis • Wahlmodul Master Mathematik 			

Interpolation Theory and Applications (Interpolationstheorie und Anwendungen)			R/A
Type of course Bachelor and Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Responsibility Escher, Walker
Regularity: irregular			
Course overview: <ul style="list-style-type: none"> • real and complex interpolation method • reiteration and duality theorems • interpolation of Lebesgue and Sobolev spaces • fractional powers of operators • interpolation theory for elliptic boundary value problems • applications to semigroup theory 			
Recommended previous knowledge: Semigroups and Evolution Equations or Functional Analysis			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Specialization Bachelor Analysis • Elective module master Mathematics 			

Nichtlineare Funktionalanalysis				R/A
Art der Vorlesung Bachelor und Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Verantwortung Escher, Walker	
Regelmäßigkeit: alle ein bis zwei Jahre				
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • implizites Funktionentheorem in Banachräumen • Abbildungsgrad • Verzweigungstheorie 				
Empfohlene Vorkenntnisse: Analysis I-III, Lineare Algebra I und II				
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Spezialisierung Bachelor Analysis • Wahlmodul Master Mathematik 				
Nonlinear Functional Analysis (Nichtlineare Funktionalanalysis)				R/A
Type of course Bachelor and Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Responsibility Escher, Walker	
Regularity: every one to two years				
Course overview: <ul style="list-style-type: none"> • implicit function theorem in Banach spaces • degree theory • bifurcation theory 				
Recommended previous knowledge: Analysis I-III, Lineare Algebra I and II				
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Specialization Bachelor Analysis • Elective module master Mathematics 				

Partielle Differentialgleichungen				R/A
Art der Vorlesung Bachelor und Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Verantwortung Bauer, Escher, Schrohe, Walker	
Regelmäßigkeit: annually				

Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • Charakteristikenmethode • Distributionen • Laplace-Gleichung, Maximumsprinzipien • Sobolevräume • Variationsmethoden, • Fouriertransformation • Wellengleichung • Wärmeleitungsgleichung
Empfohlene Vorkenntnisse: Analysis I-III, Lineare Algebra I und II
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Spezialisierung Bachelor Analysis • Wahlmodul Master Mathematik

Partial Differential Equations (Partielle Differentialgleichungen)			R/A
Type of course	SWS	Credit points:	Responsibility
Bachelor and Master	4+2	10	Bauer, Escher, Schrohe, Walker
Regularity: annual			
Course overview:			
<ul style="list-style-type: none"> • method of characteristics • distribution theory • Laplace's equation, maximum principles • Sobolev spaces • variational methods • Fourier transform • wave equation • heat equation 			
Recommended previous knowledge: Analysis I-III, Linear Algebra I and II			
Module affiliation:			
<ul style="list-style-type: none"> • Specialization Bachelor Analysis • Elective module master Mathematics 			

Nichtlineare partielle Differentialgleichungen			R/A
Art der Vorlesung Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Verantwortung Escher, Walker
Regelmäßigkeit: unregelmäßig			
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • nichtlineare elliptische und parabolische Gleichungen • Fixpunktmethoden • Variationsmethoden • Kompaktheitsmethoden • Monotone Operatoren 			
Empfohlene Vorkenntnisse: Partielle Differentialgleichungen I			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Spezialisierung Bachelor Analysis • Wahlmodul Master Mathematik 			

Nonlinear Partial Differential Equations (Nichtlineare partielle Differentialgleichungen)			R/A
Type of course Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Responsibility Escher, Walker
Regularity: irregular			
Course overview: <ul style="list-style-type: none"> • nonlinear elliptic and parabolic equations • fixed point methods • variational methods • compactness methods • monotone operators 			
Recommended previous knowledge: Partielle Differentialgleichungen I			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Specialization Bachelor Analysis • Elective module master Mathematics 			

Partielle Differentialgleichungen II			A
Art der Vorlesung Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Verantwortung Escher, Walker
Regelmäßigkeit: unregelmäßig			

Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • Schauder-Theorie elliptischer Randwertprobleme • superlineare elliptische und parabolische Gleichungen • Fixpunktmethoden in geordneten Banachräumen • mathematische Strömungsmechanik
Empfohlene Vorkenntnisse: Partielle Differentialgleichungen I

Partial Differential Equations II (Partielle Differentialgleichungen II)			A
Type of course Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Responsibility Escher, Walker
Regularity: irregular			
Course overview: <ul style="list-style-type: none"> • Schauder-theory of elliptic boundary value problems • superlinear elliptic and parabolic equations • Fixed point methods in ordered Banach spaces • Mathematical fluid dynamics 			
Recommended previous knowledge: Partiiell Differential Equations I			


Qualitative Theorie gewöhnlicher Differentialgleichungen			R/A
Art der Vorlesung Bachelor und Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Verantwortung Escher, Walker
Regelmäßigkeit: annually			
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • Theorie dynamischer Systeme, • Invarianz, • Limesmengen, • Stabilität, Linearisierungen, • periodische Lösungen 			
Empfohlene Vorkenntnisse: Analysis I-III, Lineare Algebra I und II			


Module affiliation:


- Spezialisierung Bachelor Analysis
- Wahlmodul Master Mathematik



Qualitative Theory of Ordinary Differential Equations (Qualitative Theorie gewöhnlicher Differentialgleichungen)			R/A
Type of course Bachelor and Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Responsibility Escher, Walker
Regularity: annual			
Course overview: <ul style="list-style-type: none"> • dynamical systems • invariant sets • limit sets • stability and linearization principles • periodic solutions 			
Recommended previous knowledge: Analysis I-III, Linear Algebra I and II			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Specialization Bachelor Analysis • Elective module master Mathematics 			

B.5 Numerische Mathematik und Optimierung


hp-Finite Element Methoden			A
Art der Vorlesung Bachelor und Master	SWS 2+1	Credit points: 5	Verantwortung IFAM
Regelmäßigkeit: alle ein bis zwei Jahre			
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • 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			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Spezialisierung Bachelor Numerik 			


hp-Finite Element Methods (hp-Finite Element Methoden)			A
Type of course Bachelor and Master	SWS 2+1	Credit points: 5	Responsibility IFAM
Regularity: regularly every 1-2 years			
Course overview: <ul style="list-style-type: none"> • Error reduction by mesh refinement and increasing degree of polynomial • Proof of exponential convergence in FEM • Proof of exponential convergence ini Gauß quadrature • Application to mechanics and electrostatics • Adaptive methods • New developments in numerical analysis 			
Reading list:  Standard literature, lecture notes			
Recommended previous knowledge: Numerische Mathematik I			
Module affiliation: Specialization Bachelor Numerik			


Lineare Optimierung			A
Art der Vorlesung Bachelor und Master	SWS 2+1	Credit points: 5	Verantwortung Steinbach
Regelmäßigkeit: regelmäßig alle 2 -3 Jahre			
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • Simplexmethode • Polyedertheorie • Alternativsätze • Dualität 			
Grundlegende Literatur:  V. Chvátal: <i>Linear Programming</i>			
Empfohlene Vorkenntnisse: Numerische Mathematik I, Algorithmisches Programmieren			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Spezialisierung Bachelor Numerik 			


Lineare Optimierung			A
Type of course Bachelor and Master	SWS 2+1	Credit points: 5	Responsibility Steinbach
Regularity: regularly every 2-3 years			
Course overview: <ul style="list-style-type: none"> • Simplex method • Theory of polyhedra • Farkas lemma and extensions • Duality theory 			
Reading list:  V. Chvátal: <i>Linear Programming</i>			
Recommended previous knowledge: Numerische Mathematik I, Algorithmisches Programmieren			
Module affiliation:  Specialization Bachelor Numerik			


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

<p>Inhalt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • vorkonditionierte Iterationsverfahren (Richardson, Jacobi) • Multigrid (für Finite-Differenzen-Verfahren, Finite Elemente) • Multilevel-Methoden (Additiv- und Multiplikativ-Schwarz-Verfahren) • Gebietszerlegungsmethoden (alternierendes Schwarz-Verfahren) <p>Grundlegende Literatur:  Standardliteratur, Vorlesungsskript</p> <p>Empfohlene Vorkenntnisse: Numerische Mathematik I</p> <p>Module affiliation:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Spezialisierung Bachelor Numerik


Multigrid und Gebietszerlegung			A
Type of course	SWS	Credit points:	Responsibility
Bachelor and Master	2+1	5	IFAM
Regularity: regularly every 1-2 years			
<p>Course overview:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Preconditioned iterative methods (Richardson, Jacobi) • Multigrid (for finite difference and finite element methods) • Multilevel methods (additive and multiplicative Schwarz methods) • Domain decomposition methods (Schwarz alternating method) <p>Reading list:</p> <p> Standard literature, lecture notes</p> <p>Recommended previous knowledge: Numerische Mathematik I</p> <p>Module affiliation:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Specialization Bachelor Numerik 			


Nichtlineare Optimierung I			A
Art der Vorlesung Bachelor und Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Verantwortung Steinbach
Regelmäßigkeit: regelmäßig alle 2 -3 Jahre			
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • 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: <i>Numerical Optimization</i> , 2. Aufl.			
Empfohlene Vorkenntnisse: Numerische Mathematik I und II, Algorithmisches Programmieren			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Spezialisierung Bachelor Numerik 			


Nichtlineare Optimierung I			A
Type of course Bachelor and Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Responsibility Steinbach
Regularity: regularly every 2-3 years			
Course overview: <ul style="list-style-type: none"> • Steepest descent method, Newton's method, line search, trust region • Theory of constrained optimization: KKT conditions, ... • Quadratic optimization: KKT factorizations, active set method • Maratos effect, merit functions, SQP method 			
Reading list:  J. Nocedal, S. Wright: <i>Numerical Optimization</i> , 2nd ed.			
Recommended previous knowledge: Numerische Mathematik I and II, Algorithmisches Programmieren			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Specialization Bachelor Numerik 			

Nichtlineare Optimierung II			A
Art der Vorlesung Bachelor und Master	SWS 4+2	Credit points 10	Verantwortung Steinbach
Regelmäßigkeit: regelmäßig alle 2 -3 Jahre			
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • nichtlineare CG-Verfahren • Techniken für hochdimensionale Modelle • innere-Punkte-Methoden • weitere Themen 			
Grundlegende Literatur:  J. Nocedal, S. Wright: <i>Numerical Optimization</i> , 2. Aufl.			
Empfohlene Vorkenntnisse: Nichtlineare Optimierung I			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Spezialisierung Bachelor Numerik 			

Nichtlineare Optimierung II			A
Type of course Bachelor and Master	SWS 4+2	Credit points 10	Responsibility Steinbach
Regularity: regularly every 2-3 years			
Course overview: <ul style="list-style-type: none"> • Nonlinear CG method • Techniques for high dimension models • Interior point methods • Further topics 			
Reading list: <ul style="list-style-type: none"> • J. Nocedal, S. Wright: <i>Numerical Optimization</i>, 2nd ed. 			
Recommended previous knowledge: Nichtlineare Optimierung I			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Specialization Bachelor Numerik 			


Numerik für Kontaktprobleme			A
Art der Vorlesung Bachelor und Master	SWS 2+1	Credit points: 5	Verantwortung IFAM
Regelmäßigkeit: alle ein bis zwei Jahre			
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • 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			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Spezialisierung Bachelor Numerik 			

Numerik für Kontaktprobleme			A
Type of course Bachelor and Master	SWS 2+1	Credit points: 5	Responsibility IFAM
Regularity: regularly every 1-2 years			
Course overview: <ul style="list-style-type: none"> • Existence and uniqueness of solutions for elliptic contact problems • Variational inequalities, mixed formulations • Penalty methods • Iterative algorithms: Uzawa, Semi-smooth Newton's method • Mehrfeldprobleme?, coupling with heat equation 			
Reading list:  Standard literature, lecture notes			
Recommended previous knowledge: Numerische Mathematik I			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Specialization Bachelor Numerik 			

Numerik Partieller Differentialgleichungen			A
Art der Vorlesung Bachelor und Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Verantwortung IFAM
Regelmäßigkeit: alle ein bis zwei Jahre			
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • Galerkin-Verfahren für elliptische Randwertprobleme • Finite-Element-Räume • a-posteriori-Fehlerschätzer • Verfahren für parabolische und hyperbolische Differentialgleichungen 			
Grundlegende Literatur:  P. Knabner, L. Angermann: <i>Numerik partieller Differentialgleichungen</i>			
Empfohlene Vorkenntnisse: Numerische Mathematik I und II			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Spezialisierung Bachelor Numerik 			

Numerik Partieller Differentialgleichungen			A
Type of course Bachelor and Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Responsibility IFAM
Regularity: regularly every 1-2 years			
Course overview: <ul style="list-style-type: none"> • Galerkin method for elliptic boundary value problems • Finite element spaces • A-posteriori error estimation • Methods for parabolic and hyperbolic differential equations 			
Reading list: <ul style="list-style-type: none"> • P. Knabner, L. Angermann: <i>Numerik partieller Differentialgleichungen</i> 			
Recommended previous knowledge: Numerische Mathematik I and II			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Specialization Bachelor Numerik 			

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

<p>Inhalt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fehleranalyse für Projektionsverfahren • Hilbert-Räume, Sobolev-Räume, • Ritz-Verfahren, Lax-Milgram-Lemma, Céa-Lemma, allgemeines Projektions-Verfahren, Babuska-Brezzi-Bedingungen • Anwendungen in FEM und BEM <p>Grundlegende Literatur:</p> <p> Standardliteratur, Vorlesungsskript</p> <p>Empfohlene Vorkenntnisse: Numerische Mathematik I</p> <p>Module affiliation:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Spezialisierung Bachelor Numerik
--

Theorie der Näherungsverfahren			A
Type of course Bachelor and Master	SWS 2+1	Credit points: 5	Responsibility IFAM
Regularity: regularly every 1-2 years			
<p>Course overview:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Error analysis for projection methods • Hilbert spaces, Sobolev spaces • Ritz method, lemmas of Lax-Milgram and Céa, general projection method, Babuska-Brezzi conditions • Applications in FEM (and BEM?) <p>Reading list:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Standard literature, lecture notes <p>Recommended previous knowledge: Numerische Mathematik I</p> <p>Module affiliation:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Specialization Bachelor Numerik 			

B.6 Differentialgeometrie

Analysis auf Mannigfaltigkeiten			R
Art der Vorlesung Master und GRK	SWS 4+2	Credit points: 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	Credit points: 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			

Klassische Differentialgeometrie			R
Art der Vorlesung Bachelor, Master und GRK	SWS 4+2	Credit points: 10	Verantwortung IDG
Regelmäßigkeit: unregelmäßig			
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • 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 hyperbolische Geometrie 			
Empfohlene Vorkenntnisse:			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen und Spezialisierung Bachelor Geometrie 			

Elliptische Differentialgleichungen aus der Geometrie			R
Art der Vorlesung Bachelor, Master und GRK	SWS 4+2	Credit points: 10	Verantwortung IDG
Regelmäßigkeit: unregelmäßig			
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • 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:			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Spezialisierung Bachelor Geometrie 			

Geometrische Evolutionsgleichungen			R
Art der Vorlesung Master und GRK	SWS 4+2	Credit points: 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	Credit points: 10	Verantwortung IDG
Regelmäßigkeit: alle ein bis drei Jahre, Wintersemester			
Inhalt: Komplexe Mannigfaltigkeiten, fast komplexe Strukturen, Nijenhuis-Tensor und Integrabilität, fast hermitesche Mannigfaltigkeiten, 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
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> Wahlmodule Bachelor und Master Mathematik

Konforme Geometrie			R
Art der Vorlesung Bachelor, Master und GRK	SWS 4+2	Credit points: 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:			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> Wahlmodule Bachelor und Master Mathematik 			


Riemannsche Geometrie			R
Art der Vorlesung Bachelor, Master und GRK	SWS 4+2	Credit points: 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,			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> Wahlmodule Bachelor und Master Mathematik 			


Spin-Geometrie			R
Art der Vorlesung Bachelor, Master und GRK	SWS 4+2	Credit points: 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:			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> Wahlmodule Bachelor und Master Mathematik 			

Symplektische Geometrie			R
Art der Vorlesung Bachelor, Master und GRK	SWS 4+2	Credit points: 10	Verantwortung IDG
Regelmäßigkeit: unregelmäßig			
Inhalt: Symplektische Vektorräume, symplektische und Lagrange-Unterräume, symplektische Basis, symplektische Mannigfaltigkeiten, Kotangentialbündel und koadjungierte Orbits als symplektische Mannigfaltigkeiten, 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, symplektische Hodge-Theorie, symplektische Zusammenhänge			
Empfohlene Vorkenntnisse:			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> Wahlmodule Bachelor und Master Mathematik 			

Transformationsgruppen			R
Art der Vorlesung Bachelor, Master und GRK	SWS 4+2	Credit points: 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:			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> Wahlmodule Bachelor und Master Mathematik 			


B.7 Mathematische Stochastik


Asymptotische Statistik			A
Art der Vorlesung Bachelor und Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Verantwortung N.N.
Regelmäßigkeit: unregelmäßig			
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • benachbarte Verteilungen • lokale asymptotische Normalität • Limesexperimente • asymptotisch optimale Tests • asymptotische Effizienz von Schätz- und Testverfahren 			
Grundlegende Literatur:  Van der Vaart: <i>Asymptotic Statistics</i> , Cambridge University Press, Cambridge, 1998.			
Empfohlene Vorkenntnisse: Mathematische Stochastik II			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Spezialisierung Bachelor Stochastik • Master Wahlmodul • 			


Asymptotic Statistics (Asymptotische Statistik)			A
Type of course Bachelor and Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Responsibility N.N.
Regularity: irregular			
Course overview: <ul style="list-style-type: none"> • contiguous distributions • local asymptotic normality • limit experiments • asymptotically optimal tests • asymptotic efficiency of estimators and tests • contiguous distributions • local asymptotic normality • limit experiments • asymptotically optimal tests • asymptotic efficiency of estimators and tests 			
Reading list:  Van der Vaart: <i>Asymptotic Statistics</i> , Cambridge University Press, Cambridge, 1998.			
Recommended previous knowledge: Probability and Statistics II			

Module affiliation:

- Specialization Bachelor Stochastics
- [Master elective module](#)



Finanzmathematik in diskreter Zeit			A
Art der Vorlesung Bachelor und Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Verantwortung Weber
Regelmäßigkeit: annually			
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • Arbitrage theorie • Präferenzen • Optimalität und Gleichgewicht • Risikomaße 			
Grundlegende Literatur:  H. Föllmer & A. Schied: <i>Stochastic Finance</i> , de Gruyter, Berlin/New York, 2004.			
Empfohlene Vorkenntnisse: Mathematische Stochastik II			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Spezialisierung Bachelor Stochastik • Master Wahlmodul • 			




Financial Mathematics in Discrete Time (Finanzmathematik in diskreter Zeit)			A
Type of course Bachelor and Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Responsibility Weber
Regularity: annual			
Course overview: <ul style="list-style-type: none"> • Arbitrage Pricing Theory • Preferences and Utility • Optimality and Equilibrium • Risk Measures 			
Reading list:  H. Föllmer & A. Schied: <i>Stochastic Finance</i> , de Gruyter, Berlin/New York, 2016.			
Recommended previous knowledge: Probability and Statistics II			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Specialization Bachelor Stochastics • Master Wahlmodul 			

Finanzmathematik in stetiger Zeit			A
Art der Vorlesung Bachelor und Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Verantwortung Weber
Regelmäßigkeit: annually			
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • 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: <i>Martingale Methods in Financial Modelling</i> , Springer, 2005.			
Empfohlene Vorkenntnisse: Mathematische Stochastik II, Finanzmathematik in diskreter Zeit, evtl. Stochastische Analysis			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Spezialisierung Bachelor Stochastik • Master Wahlmodul • 			




Financial Mathematics in Continuous Time (Finanzmathematik in stetiger Zeit)			A
Type of course Bachelor and Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Responsibility Weber
Regularity: annual			
Course overview: <ul style="list-style-type: none"> • Introduction to Stochastic Analysis • Financial Mathematics in Continuous Time: Pricing and Hedging of Financial Derivatives (Equity Derivatives, Interest rate Derivatives, and Credit Derivatives), Optimal Investment • Reading list: <ul style="list-style-type: none"> 📖 M. Musiela & R. Rutkowski: <i>Martingale Methods in Financial Modelling</i>, Springer, 2005. Recommended previous knowledge: Probability and Statistics II , Financial Mathematics in Discrete Time			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Specialization Bachelor Stochastics • Master elective module 			

Finanzmathematik: Aktuelle Entwicklungen in der Finanzmathematik			A
Art der Vorlesung Bachelor und Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Verantwortung Weber
Regelmäßigkeit: unregelmäßig			
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • aktuelle Entwicklungen in der Finanzmathematik Grundlegende Literatur: <ul style="list-style-type: none"> 📖 M. Musiela & R. Rutkowski: <i>Martingale Methods in Financial Modelling</i>, Springer, 2005. 📖 H. Föllmer & A. Schied: <i>Stochastic Finance</i>, de Gruyter, Berlin/New York, 2004. Empfohlene Vorkenntnisse: Probability and Statistics II , Finanzmathematik in diskreter Zeit , Finanzmathematik in stetiger Zeit			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Spezialisierung Bachelor Stochastik • Master Wahlmodul 			


Financial Mathematics: New Developments (Finanzmathematik: Aktuelle Entwicklungen in der Finanzmathematik)			A
Type of course Bachelor and Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Responsibility Weber
Regularity: irregular			
Course overview: <ul style="list-style-type: none"> New Directions in Financial Mathematics 			
Reading list: <ul style="list-style-type: none">  M. Musiela& R. Rutkowski: <i>Martingale Methods in Financial Modelling</i>, Springer, 2005.  H. Föllmer& A. Schied: <i>Stochastic Finance</i>, de Gruyter, Berlin/New York, 2016. 			
Recommended previous knowledge: Probability and Statistics II, Financial Mathematics in Discrete Time, Financial Mathematics in Continuous Time			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> Specialization Bachelor Stochastics Master elective module 			


Markov-Ketten			A
Art der Vorlesung Bachelor und Master	SWS 2+1	Credit points: 5	Verantwortung Grübel
Regelmäßigkeit: unregelmäßig			
Inhalt: <p>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.</p>			
Grundlegende Literatur: <ul style="list-style-type: none">  Bremaud, P.: <i>Markov Chains</i>. Springer, 1999  Levin, D.A., Peres, Y., Wilmer, E.L.: <i>Markov Chains and Mixing Times</i>  American Mathematical Society, 2009 			
Empfohlene Vorkenntnisse: Mathematische Stochastik I			

Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Spezialisierung Bachelor Stochastik • Master Wahlmodul
--

Markov Chains (Markov-Ketten)			A
Type of course Bachelor and Master	SWS 2+1	Credit points: 5	Responsibility Grübel
Regularity: irregular			
Course overview: <p>Markov chains are stochastic processes with the property that the future development depends on the history sofar only via the present state (lack of memory). They are important in a great variety of applications, such as server systems, communication networks, analysis of algorithms and in the context of combinatorial optimization. Only finite or countably infinite state spaces are considered, which means that only a limited amount of measure theory is needed. In particular, this course is also suitable for students who aim for a career as school teachers.</p>			
Reading list: <ul style="list-style-type: none">  Bremaud, P.: Markov Chains. Springer, 1999  Levin, D.A., Peres, Y., Wilmer, E.L.: Markov Chains and Mixing Times  American Mathematical Society, 2009 			
Recommended previous knowledge: Probability and Statistics I			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Specialization Bachelor Stochastics • Master elective module 			

Nichtparametrische Statistik			A
Type of course Bachelor und Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Verantwortung N.N.
Regelmäßigkeit: unregelmäßig			

<p>Inhalt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ordnungs- und Rangstatistiken • Verteilungsfreie Konfidenz- und Anteilsbereiche • lokal beste Rangtests • empirische Verteilungen • statistische Anpassungstests • nichtparametrische multivariante Verfahren <p>GrundlegendeLiteratur:  J. Hajek, Z. Sidak, P. K. Sen: <i>Theory of Rank Tests</i>, Academic Press, 1999.</p> <p>Empfohlene Vorkenntnisse: Mathematische Stochastik II</p> <p>Module affiliation:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Spezialisierung Bachelor Stochastik • Master Wahlmodul
--

Nonparametric Statistics (Nichtparametrische Statistik)			A
Type of course Bachelor and Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Responsibility N.N.
Regularity: irregular			
<p>Course overview:</p> <ul style="list-style-type: none"> • order and rank statistics • distribution free confidence regions • locally best rank tests • empirical distributions • tests for goodness of fit • nonparametric multivariate procedures <p>GrundlegendeLiteratur:  J. Hajek, Z. Sidak, P. K. Sen: <i>Theory of Rank Tests</i>, Academic Press, 1999.</p> <p>Recommended previous knowledge: Probability and Statistics II</p> <p>Module affiliation:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Specialization Bachelor Stochastics • Master elective module 			


Personenversicherungsmathematik			A
Art der Vorlesung Bachelor und Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Verantwortung Weber


Regelmäßigkeit: annually
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • Verzinsung • Zahlungsströme und Deckungskapital • Differenzen- und Differentialgleichungen • Hattendorfsches Theorem • Fondgebundene Policen • Versicherungen mit stochastischen Zins • Marktkonsistente Bewertungen <p>Grundlegende Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> 📖 M. Koller: <i>Stochastische Modelle in der Lebensversicherungs-mathematik</i>, Springer, 2000. 📖 R. Norberg: <i>Basic Life Insurance Mathematics</i>, LSE, 2002. <p>Empfohlene Vorkenntnisse: Mathematische Stochastik II</p>
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Spezialisierung Bachelor Stochastik • Master Wahlmodul

Life Insurance Mathematics (Personenversicherungsmathematik)			A
Type of course Bachelor and Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Responsibility Weber
Regularity: annual			
Course overview: <ul style="list-style-type: none"> • Interest Rates and Fixed Income • Cash Flows and the Mathematical Reserve • Difference Equations and Differential Equations • Hattendorff's Theorem • Unit-Linked Policies • Policies with Stochastic Interest Rate • Market-Consistent Valuation <p>Reading list:</p> <ul style="list-style-type: none"> 📖 M. Koller: <i>Stochastic Models in Life Insurance</i>, Springer, 2012. 📖 R. Norberg: <i>Basic Life Insurance Mathematics</i>, LSE, 2002. <p>Recommended previous knowledge: Probability and Statistics II</p>			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Specialization Bachelor Stochastics • Master elective module 			

Schadenversicherungsmathematik			A
Art der Vorlesung	SWS	Credit points: 10	Verantwortung
Bachelor und Master	4+2		Weber
Regelmäßigkeit: annually			
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • individuelles Modell • kollektives Modell • Ruintheorie • Prämienkalkulation • Spätschäden • Risikoteilung und Rückversicherung 			
Grundlegende Literatur: <ul style="list-style-type: none"> 📖 T. Mack: <i>Schadenversicherungsmathematik</i>, VWW Karlsruhe, 2002. 📖 K. Schmidt: <i>Versicherungsmathematik</i>, Springer, 2006. 			
Empfohlene Vorkenntnisse: Mathematische Stochastik II			
Modulzugehörigkeit: <ul style="list-style-type: none"> • Spezialisierung Bachelor Stochastik • Master Wahlmodul 			

Non-Life Insurance Mathematics (Schadenversicherungsmathematik)			A
Type of course	SWS	Credit points:	Responsibility
Bachelor and Master	4+2	10	Weber
Regularity: annual			
Course overview: <ul style="list-style-type: none"> • Risk Modelling • Ruin Theory • Premium Calculation, Tariffication and Generalized Linear Models • Claim Reserving • Reinsurance 			
Reading list: <ul style="list-style-type: none"> 📖 T. Mack: <i>Schadenversicherungsmathematik</i>, VWW Karlsruhe, 2002. 📖 K. Schmidt: <i>Versicherungsmathematik</i>, Springer, 2006. 			
Recommended previous knowledge: Probability and Statistics II			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Specialization Bachelor Stochastics • Master elective module 			

Spieltheorie			A
Art der Vorlesung Bachelor und Master	SWS 2+1	Credit points: 5	Verantwortung N.N.
Regelmäßigkeit: unregelmäßig			
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • n-Personenspiel-Normalform • Gleichgewichtspunkte • gemischte Erweiterungen • Zweipersonen-Nullsummenspiele • Minimax-Sätze und Minimax-Strategien • Matrix-Spiele • kooperative Spiele • Shapley-Wert 			
Grundlegende Literatur:  F. Forgo, J. Szep, F. Szidarovszky: <i>Introduction to the Theory of Games: Concepts, Methods, Applications</i> , Kluwer, Dordrecht, 1999.			
Empfohlene Vorkenntnisse: Mathematische Stochastik II			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Spezialisierung Bachelor Stochastik • Master Wahlmodul 			


Game Theory (Spieltheorie)			A
Type of course Bachelor and Master	SWS 2+1	Credit points: 5	Responsibility N.N.
Regularity: irregular			
Course overview: <ul style="list-style-type: none"> • normal form of n-person games • points of equilibrium • mixed extensions • two-person zero sum games • minimax theorems and minimax strategies • matrix games • cooperative games • Shapley value 			
Reading list:  F. Forgo, J. Szep, F. Szidarovszky: <i>Introduction to the Theory of Games: Concepts, Methods, Applications</i> , Kluwer, Dordrecht, 1999.			
Recommended previous knowledge: Probability and Statistics II			


Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Specialization Bachelor Stochastics • Master elective module
--

Statistische Entscheidungstheorie und Sequentialverfahren			A
Art der Vorlesung Bachelor und Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Verantwortung N.N.
Regelmäßigkeit: unregelmäßig			
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • 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: <ul style="list-style-type: none"> 📖 Irle: <i>Sequentialanalyse: Optimale sequentielle Tests</i>, Teubner, Stuttgart, 1990. 📖 H. Strasser: <i>Mathematical Theory of Statistics</i>, de Gruyter, Berlin, 1985. 			
Empfohlene Vorkenntnisse: Mathematische Stochastik II			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Spezialisierung Bachelor Stochastik • Master Wahlmodul 			

Statistical Decision Theory and Sequential Procedures (Statistische Entscheidungstheorie und Sequentialverfahren)			A
Type of course Bachelor and Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Responsibility N.N.
Regularity: irregular			
Course overview: <ul style="list-style-type: none"> • decision kernels • Bayes and minimax procedures for estimation and testing • minimax theorems • optimal stopping • sequential Bayes procedures • sequential likelihood ratio tests • optimal sequential tests 			
Reading list: <ul style="list-style-type: none"> 📖 Irle: <i>Sequentialanalyse: Optimale sequentielle Tests</i>, Teubner, Stuttgart, 1990. 📖 H. Strasser: <i>Mathematical Theory of Statistics</i>, de Gruyter, Berlin, 1985. 			

Recommended previous knowledge: Probability and Statistics II
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Specialization Bachelor Stochastics • Master elective module

Statistische Verfahren			A
Art der Vorlesung Bachelor und Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Verantwortung Grübel
Regelmäßigkeit: unregelmäßig			
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • Anpassungstests, Bootstrap, Dichteschätzer, Robuste Verfahren • Modelle mit Hilfsvariablen: Regression, Varianzanalyse, verallgemeinerte lineare Modelle 			
GrundlegendeLiteratur:  W. N. Venables und B. D. Ripley: <i>Modern Applied Statistics with S-Plus</i> , third edition. Springer, New York, 1999.			
Empfohlene Vorkenntnisse: Mathematische Stochastik I und II			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Spezialisierung Bachelor Stochastik • Master Wahlmodul 			


Statistics (Statistische Verfahren)			A
Type of course Bachelor and Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Responsibility Grübel, N.N.
Regularity: irregular			
Course overview: <ul style="list-style-type: none"> • tests for goodness of fit, bootstrap, density estimation, robust procedures • models with covariates: regression, analysis of variance, generalized linear models 			
GrundlegendeLiteratur:  W. N. Venables und B. D. Ripley: <i>Modern Applied Statistics with S-Plus</i> , third edition. Springer, New York, 1999.			
Recommended previous knowledge: Probability and Statistics I and II			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Specialization Bachelor Stochastics • Master elective module 			


Stochastische Analysis			A/R
Art der Vorlesung	SWS	Credit points:	Verantwortung
Bachelor und Master	4+2	10	IfMS
Regelmäßigkeit: annually.			
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • 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: <ul style="list-style-type: none"> 📖 P. Protter: <i>Stochastic Integration and Differential Equations</i>, Springer, 2005 📖 D. Revuz, M. Yor: <i>Continuous Martingales and Brownian Motion</i>, Springer, 1999. 📖 L. C. G. Rogers, D. Williams: <i>Diffusions, Markov Processes and Martingales</i>, Band 1 und 2, Wiley, New York, 1987, 1994. 			
Empfohlene Vorkenntnisse: Mathematische Stochastik II			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Spezialisierung Bachelor Stochastik • Master Wahlmodul 			

Stochastic Analysis (Stochastische Analysis)			A/R
Type of course	SWS	Credit points:	Responsibility
Bachelor and Master	4+2	10	IfMS
Regularity: annual			
Course overview: <ul style="list-style-type: none"> • Stochastic Processes in Continuous Time: Brownian Motion, (Local) Martingales, Semimartingales, Markovian Processes, Levy Processes • stochastic Integrals • Representations of Martingales • Girsanov's and its Applications • Stochastic Differential Equations • Applications to Financial Mathematics 			
Reading list: <ul style="list-style-type: none"> 📖 P. Protter: <i>Stochastic Integration and Differential Equations</i>, Springer, 2005 📖 D. Revuz, M. Yor: <i>Continuous Martingales and Brownian Motion</i>, Springer, 1999. 📖 L. C. G. Rogers, D. Williams: <i>Diffusions, Markov Processes and Martingales</i>, Volumes 1 & 2, Wiley, New York, 1987, 1994. 			
Recommended previous knowledge: Probability and Statistics II			

Module affiliation:

- Specialization Bachelor Stochastics
- [Master elective module](#)

Stochastische Methoden des Operations Research			A
Art der Vorlesung Bachelor und Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Verantwortung N.N.
Regelmäßigkeit: unregelmäßig			
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • Markov-Ketten • Martingale • Erneuerungstheorie • regenerative Prozesse • Warteschlangen 			
Grundlegende Literatur:  Asmussen, S., Applied Probability and Queues, Wiley, New York, 2003.			
Empfohlene Vorkenntnisse: Mathematische Stochastik II			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Spezialisierung Bachelor Stochastik • Master Wahlmodul • 			

Stochastic Methods of Operations Research (Stochastische Methoden des Operations Research)			A
Type of course Bachelor and Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Responsibility N.N.
Regularity: irregular			
Course overview: <ul style="list-style-type: none"> • Markov chains • martingales • renewal theory • regenerative processes • queueing theory 			
Reading list:  Asmussen, S., Applied Probability and Queues, Wiley, New York, 2003.			
Recommended previous knowledge: Probability and Statistics II			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Specialization Bachelor Stochastics • Master elective module 			

Stochastische Simulation			A
Art der Vorlesung Bachelor und Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Verantwortung Grübel
Regelmäßigkeit: unregelmäßig			
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • 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 Kombinatorischen Optimierung, im Operations Research und in der Versicherungs- und Finanzmathematik 			
Grundlegende Literatur: <ul style="list-style-type: none"> 📖 S. Asmussen und Glynn, W. Peter: <i>Stochastic Simulation Algorithms and Analysis</i>, Springer, New York, 2007. 📖 P. Bratley, B. Fox und L. Schrage: <i>A Guide to Simulation</i>, Springer, New York, 1983. 			
Empfohlene Vorkenntnisse: Mathematische Stochastik I und II			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Spezialisierung Bachelor Stochastik • Master Wahlmodul 			

Stochastic Simulation (Stochastische Simulation)			A
Type of course Bachelor and Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Responsibility Grübel, N.N.
Regularity: irregular			
Course overview: <ul style="list-style-type: none"> • generation of and tests for pseudo random numbers • methods for non-uniform distributions • variance reduction and rare event simulation • Monte Carlo integration • MCMC (Markov Chain Monte Carlo) • applications to combinatorial optimization, Operations Research, insurance mathematics and finance 			
Reading list: <ul style="list-style-type: none"> 📖 S. Asmussen und Glynn, W. Peter: <i>Stochastic Simulation Algorithms and Analysis</i>, Springer, New York, 2007. 📖 P. Bratley, B. Fox und L. Schrage: <i>A Guide to Simulation</i>, Springer, New York, 1983. 			
Recommended previous knowledge: Probability and Statistics I and II			


Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Specialization Bachelor Stochastics • Master elective module
--


Zufällige diskrete Strukturen und Algorithmen			A/R
Art der Vorlesung Bachelor und Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Verantwortung Grübel
Regelmäßigkeit: unregelmäßig			
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • Struktur zufälliger Permutationen und Partitionen • binäre und ebene Bäume, Such- und Sortieralgorithmen • zufällige Graphen 			
Grundlegende Literatur: <ul style="list-style-type: none"> 📖 S. Janson, T. Luczak, A. Rucinski: <i>Random Graphs</i>, Wiley, New York, 2000. 📖 R. Motwani, P. Raghavan: <i>Randomized Algorithms</i>, Cambridge University Press, Cambridge, 1995. 📖 J. Pitman: <i>Combinatorial Stochastic Processes</i>, Lecture Notes in Mathematics. Springer, New York, 2006. 			
Empfohlene Vorkenntnisse: Mathematische Stochastik I und II			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Spezialisierung Bachelor Stochastik • Master Wahlmodul 			

Random Structures and Algorithms (Zufällige diskrete Strukturen und Algorithmen)			A/R
Type of course Bachelor and Master	SWS 4+2	Credit points: 10	Responsibility Grübel
Regularity: irregular			
Course overview: <ul style="list-style-type: none"> • structure of random permutations and partitions • binary and plane trees, algorithms for sorting and searching • random graphs 			
Reading list: <ul style="list-style-type: none"> 📖 S. Janson, T. Luczak, A. Rucinski: <i>Random Graphs</i>, Wiley, New York, 2000. 📖 R. Motwani, P. Raghavan: <i>Randomized Algorithms</i>, Cambridge University Press, Cambridge, 1995. 📖 J. Pitman: <i>Combinatorial Stochastic Processes</i>, Lecture Notes in Mathematics. Springer, New York, 2006. 			
Recommended previous knowledge: Probability and Statistics I and II			

Module affiliation:

- Specialization Bachelor Stochastics
- [Master elective module](#)

Zeitreihenanalyse			A
Art der Vorlesung	SWS	Credit points:	Verantwortung
Bachelor und Master	2+1	5	N.N.
Regelmäßigkeit: unregelmäßig			
Inhalt: <ul style="list-style-type: none"> • 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: <i>Einführung in die Zeitreihenanalyse</i> , Springer, Berlin, 2006.			
Empfohlene Vorkenntnisse: Mathematische Stochastik II			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Spezialisierung Bachelor Stochastik 			

Time Series Analysis (Zeitreihenanalyse)			A
Type of course	SWS	Credit points:	Responsibility
Bachelor and Master	2+1	5	N.N.
Regularity: irregular			
Course overview: <ul style="list-style-type: none"> • stationary time series • autocovariance function and spectral measure • autoregressive processes, moving average processes • spectral representation • Kolmogorov's prediction theory • Statistics in the time domain (estimators for the mean and covariance function) • Statistics in the frequency domain (periodogram, estimators for the spectral density) 			
Reading list:  J.-P. Kreiß, G. Neuhaus: <i>Einführung in die Zeitreihenanalyse</i> , Springer, Berlin, 2006.			
Recommended previous knowledge: Probability and Statistics II			
Module affiliation: <ul style="list-style-type: none"> • Specialization Bachelor Stochastics 			