

Mastermodule

mat510 - Fourier Analysis

Module label	Fourier Analysis
Module code	mat510
Credit points	9.0 KP
Workload	270 h
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule
Contact person	<p>Module responsibility</p> <ul style="list-style-type: none"> Daniel Grieser Boris Vertman Hannes Uecker

Entry requirements

Skills to be acquired in this module	<p>- Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</p> <p>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</p> <p>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken</p> <p>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter</p> <p>- Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik</p> <p>- Beherrschen der Grundbegriffe der Fourieranalysis, wie etwa Fourierkoeffizient, Fourierreihe, Dirichlet-, Poisson- und Fejerkerne, Fourier-Transformation, Fourierinversion, ...</p> <p>- Kennenlernen verschiedenster Konvergenzsätze in verschiedenen Funktionenräumen</p> <p>- Kennenlernen verschiedener Rahmenbedingungen, in denen Fourieranalysis betrieben werden: für periodische Funktionen, für Funktionen auf dem \mathbb{R}^n, für Funktionen auf Gruppen, ...</p> <p>- Kennenlernen von Anwendungen dazu -- etwa der Physik durch Modellierung realer Prozesse</p> <p>- Erkennen inhaltlicher Zusammenhänge zu anderen klassischen Gebieten der Analysis, etwa Funktionalanalysis, Theorie partieller Differentialgleichungen, Wahrscheinlichkeitstheorie, Zahlentheorie, ...</p>
---	--

Module contents	Grundlegende Definitionen und Techniken, der Satz von Fejer und seine Varianten, Hilbertraum-Methoden, Konvergenz von Fourier-Reihen in Funktionenräumen, die Fourier-Transformation in \mathbb{R}^N , abstrakte Konzepte wie etwa: harmonische Analysis oder Banachalgebren
------------------------	--

Reader's advisory	<p>Edwards, D.A.: Fourier series I, II, Springer</p> <p>Katznelson, Y.: An Introduction to Harmonic Analysis, Cambridge Math. Library</p> <p>Körner, T.W.: Fourier Analysis, Cambridge University Press</p> <p>Rudin, W.: Real and Complex Analysis, Mc Graw-Hill</p> <p>Stein E.M., Shakarchi, R.: Fourier Analysis -- an Introduction, Princeton U. Press</p>
--------------------------	---

Links	
Languages of instruction	German, English
Duration (semesters)	1 Semester
Module frequency	unregelmäßig
Module capacity	unlimited
Reference text	Studienschwerpunkt: A
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective

Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	
Vorkenntnisse / Previous knowledge	Analysis I-IV

Examination	Time of examination	Type of examination
Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit	KL

Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		4.00	--	56 h
Exercises		2.00	--	28 h
Total time of attendance for the module				84 h

mat515 - Functional Analysis II

Module label	Functional Analysis II			
Module code	mat515			
Credit points	9.0 KP			
Workload	270 h			
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule 			
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Daniel Grieser ◦ Hannes Uecker ◦ Boris Vertman 			
Entry requirements				
Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik - Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken - Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik - Vertiefung der Funktionalanalysis durch ausgewählte Kapitel - Zugewinn an abstrakten analytischer Werkzeugen, die nicht zwingend an eine spezifische Problemstellung geknüpft sind - Zugewinn an allgemeinem analytischen Abstraktionsvermögen und damit auch ein mehr an Verständnis für die Analysis als Ganzes 			
Module contents	Weiterführende Themen der Funktionalanalysis, z.B.: Spektraltheorie beschränkter und unbeschränkter Operatoren, schwache Topologien, Banachraumtheorie, Theorie lokalkonvexer Räume, Operatorhalbgruppen, Banachalgebren, C^* -Algebren, ...			
Reader's advisory	D. Werner, Funktionalanalysis, Springer Verlag W. Rudin: Functional Analysis, McGraw-Hill Book Co. M. Reed, B. Simon: Methods of modern mathematical physics-functional analysis, Academic Press R. Meise, D. Vogt: Funktionalanalysis, Vieweg Verlag Murphy, G.J.: C^* -Algebras and Operator Theory, Academic Press Köthe, G.: Topological vector spaces, I, II, Springer Grundlehren, 1966-1979			
Links				
Languages of instruction	German, English			
Duration (semesters)	1 Semester			
Module frequency	unregelmäßig			
Module capacity	unlimited			
Reference text	Studienschwerpunkt: A			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge	Funktionalanalysis			
Examination	Time of examination		Type of examination	
Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit		KL	
Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		4.00	--	56 h
Exercises		2.00	--	28 h
Total time of attendance for the module				84 h

mat525 - Non-Linear Functional Analysis

Module label	Non-Linear Functional Analysis			
Module code	mat525			
Credit points	6.0 KP			
Workload	180 h			
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule 			
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Daniel Grieser ◦ Boris Vertman ◦ Hannes Uecker 			
Entry requirements				
Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik - Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken - Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter - Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik - Vertrautheit mit topologischen Methoden zum Beweis von Existenzaussagen - Kennenlernen der Anwendung abstrakter Methoden auf nichtlineare Probleme - Eng verwandt mit den Modulen Funktionalanalysis, Elementare Methoden der partiellen Differentialgleichungen, Theorie der partiellen Differentialgleichungen, Nichtlineare partielle Differentialgleichungen 			
Module contents	Aufbauend auf Grundkenntnissen der Funktionalanalysis werden Nichtlineare Abbildungen zwischen Banachräumen untersucht. Nach Einführung der Grundbegriffe wie Gateaux- und Frechetdifferenzierbarkeit behandeln wir u.a.: Lokale Auflösbarkeit nichtlinearer Gleichungen (Satz über implizite Funktionen in Banachräumen), Fredholmtheorie, Liapunov-Schmidt-Reduktion und Verzweigungen, Fixpunktsätze (Brouwer, Schauder, Kakutani), Indextheorie. Parallel zur Theorie werden Anwendungen betrachtet, z.B. zu nichtlinearen partiellen Differentialgleichungen und aus der Spieltheorie und Ökonomie.			
Reader's advisory	Appell, J. and Väh, M., Elemente der Funktionalanalysis, Vieweg, 2005 Werner, D., Funktionalanalysis, Springer, 2007 Zeidler, E., Nonlinear Functional Analysis, Springer, 1985 Drábek, P. und Milota, J., Methods of Nonlinear Analysis, Birkhäuser			
Links				
Languages of instruction	German, English			
Duration (semesters)	1 Semester			
Module frequency	unregelmäßig			
Module capacity	unlimited			
Reference text	Studienschwerpunkt: A, C			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge	(Lineare) Funktionalanalysis			
Examination	Time of examination		Type of examination	
Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit		KL	
Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		3.00	--	42 h
Exercises		1.00	--	14 h
Total time of attendance for the module				56 h

mat530 - Topology

Module label	Topology			
Module code	mat530			
Credit points	6.0 KP			
Workload	180 h			
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule 			
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Daniel Grieser ◦ Boris Vertman ◦ Hannes Uecker 			
Entry requirements				
Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik - Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken - Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik - Kennenlernen grundlegender Strukturen der Mathematik, zum Beispiel initiale und finale Objekte - Kennenlernen von Invarianten und Verständnis für deren Bedeutung bei Problemlösungen - Enge Bezüge zur Globalen Analysis und algebraischen Geometrie 			
Module contents	<ul style="list-style-type: none"> - Mengentheoretische Topologie: Topologische Räume, stetige Abbildungen, Produkte und Quotienten, Zusammenhang und Kompaktheit. - Algebraische Topologie: Fundamentalgruppe, singuläre und/oder simpliziale Homologie 			
Reader's advisory	B. von Querenburg, Mengentheoretische Topologie, Springer N. Bourbaki, General Topology, Springer A. Hatcher, Algebraic Topology, Cambridge U. Press J. J. Rotman, An Introduction to Algebraic Topology			
Links				
Languages of instruction	German, English			
Duration (semesters)	1 Semester			
Module frequency	unregelmäßig			
Module capacity	unlimited			
Reference text	Studienschwerpunkt: A/B (In jedem der Studienschwerpunkte A und B werden 3 KP angerechnet.)			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge	Vorkenntnisse: Analysis I-III, Lineare Algebra, Algebra I			
Examination	Time of examination		Type of examination	
Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit		KL	
Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		3.00	--	42 h
Exercises		1.00	--	14 h
Total time of attendance for the module				56 h

mat535 - Global Analysis

Module label	Global Analysis
Module code	mat535
Credit points	9.0 KP
Workload	270 h
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Daniel Grieser ◦ Boris Vertman

Entry requirements

Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik - Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken - Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik - Kenntnis der Grundbegriffe der Analysis auf Mannigfaltigkeiten wie Tangentialraum, Vektorfelder, Lie-Klammer, Tensoren - Verständnis des Wechselspiels von Analysis, Geometrie und Topologie, z.B. Verständnis für die Rolle von Differentialformen für geometrische und topologische Fragestellungen - Enge Beziehungen zu Differentialgeometrie, algebraischer Topologie, Beziehungen zu partiellen Differentialgleichungen, komplexer Geometrie
---	---

Module contents	Grundlagen: Differentialformen, allgemeiner Satz von Stokes, de Rham-Kohomologie, Weitere Themen, z.B.: Sätze von de Rham und Hodge, Vektorbündel, Symplektische Geometrie, Lie-Gruppen, Satz von Frobenius, Satz von Chern-Gauß-Bonnet
------------------------	---

Reader's advisory	Jost, J.: Riemannian Geometry und Geometric Analysis; Springer Agricola, I. und Friedrich, T.: Globale Analysis; Vieweg Milnor, J.W.: Topology from the Differentiable Viewpoint, Princeton U. Press
--------------------------	--

Links

Languages of instruction	German, English
Duration (semesters)	1 Semester
Module frequency	regelmäßig
Module capacity	unlimited
Reference text	Studienschwerpunkt: A
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective

Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method

Vorkenntnisse / Previous knowledge	Analysis I-III (bzw. Math. Meth. Physik), Lineare Algebra, Interesse an Mannigfaltigkeiten, Vorkenntnisse in Funktionalanalysis
---	---

Examination	Time of examination	Type of examination
-------------	---------------------	---------------------

Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit	KL
-----------------------------	------------------------------	----

Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		4.00	--	56 h
Exercises		2.00	--	28 h
Total time of attendance for the module				84 h

mat536 - Global Analysis

Module label	Global Analysis
Module code	mat536
Credit points	9.0 KP
Workload	270 h
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Daniel Grieser ◦ Boris Vertman

Entry requirements

Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik - Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken - Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik - Vertieftes Verständnis des Wechselspiels von Analysis, Geometrie und Topologie - Enge Beziehungen zu Differentialgeometrie, algebraischer Topologie, partiellen Differentialgleichungen, komplexer Geometrie
---	--

Module contents	Vertiefende Themen der Globalen Analysis, z.B. Indextheorie, charakteristische Klassen, Dirac-Operatoren, Morse-Theorie
------------------------	---

Reader's advisory	R. Bott, L.W. Tu: Differential Forms in Algebraic Topology H.B. Lawson, M.-L. Michelsohn: Spin Geometry, Princeton Univ. Press N. Berline, E. Getzler, M. Vergne: Heat Kernels and Dirac Operators, Springer
--------------------------	--

Links

Languages of instruction	German, English
Duration (semesters)	1 Semester
Module frequency	unregelmäßig
Module capacity	unlimited
Reference text	Studienschwerpunkt: A
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective

Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method

Vorkenntnisse / Previous knowledge	Globale Analysis I, Theorie der partiellen Differentialgleichungen
---	--

Examination		Time of examination	Type of examination	
Final exam of module		KL		
Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		4.00	--	56 h
Exercises		2.00	--	28 h
Total time of attendance for the module				84 h

mat538 - Singular Analysis

Module label	Singular Analysis			
Module code	mat538			
Credit points	6.0 KP			
Workload	180 h			
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule 			
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Daniel Grieser ◦ Boris Vertman 			
Entry requirements				
Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik - Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken - Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik - Kennenlernen des Wechselspiels von Geometrie und Analysis in der Behandlung singulärer Probleme - Verständnis für die Rolle von blow-ups in Problemen, in denen mehrere Skalierungen eine Rolle spielen - Enge Bezüge zu partiellen Differentialgleichungen, Globaler Analysis, Differentialgeometrie 			
Module contents	<ul style="list-style-type: none"> - Grundlegende Methoden der Singulären Analysis: Asymptotik, blow-up, Pushforward Theorem und singular asymptotics Lemma - weitere Themen, z.B.: b-Kalkül, Laplace Operator auf einem Kegel, das regulär-singuläre Sturm Liouville Problem, limit point und limit circle Fälle, die maximale und minimale abgeschlossene Erweiterung. 			
Reader's advisory	R. Melrose, The Atiyah-Patodi Singer Index theorem, AK Peters D. Grieser, Basics of the b-calculus, online https://arxiv.org/abs/math/0010314			
Links				
Languages of instruction	German, English			
Duration (semesters)	1 Semester			
Module frequency	unregelmäßig			
Module capacity	unlimited			
Reference text	Studienschwerpunkt: A			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge	Funktionalanalysis; Grundkenntnisse über partielle Differentialgleichungen sind vorteilhaft (mat555 oder mat560)			
Examination	Time of examination		Type of examination	
Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit		KL	
Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		3.00	SuSe or WiSe	42 h
Exercises		1.00	SuSe or WiSe	14 h
Total time of attendance for the module				56 h

mat540 - Differential Geometry

Module label	Differential Geometry		
Module code	mat540		
Credit points	9.0 KP		
Workload	270 h		
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule 		
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Daniel Grieser ◦ Boris Vertman 		
Entry requirements			
Skills to be acquired in this module	<p>- Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</p> <p>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</p> <p>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken</p> <p>- Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik</p> <p>- Kenntnis der geometrischen Grundbegriffe zu Kurven und Flächen, wie erste und zweite Fundamentalform, Krümmungsbegriffe, kovariante Ableitung, Parallelverschiebung, Geodätische</p> <p>- Kenntnis der Grundbegriffe der Analysis auf Mannigfaltigkeiten, wie Tangentialraum, Vektorfelder, Lie-Klammer, Tensoren</p> <p>- Kenntnis der Grundbegriffe der Riemannschen Geometrie, wie Levi-Civita Zusammenhang, Riemannscher Krümmungstensor</p> <p>- Kennenlernen und Verstehen des Zusammenspiels von Differentialrechnung und Linearer Algebra in der Untersuchung gekrümmter Kurven und Flächen sowie Riemannscher Mannigfaltigkeiten</p> <p>- Verstehen des Unterschieds von innerer und äußerer Geometrie</p> <p>- Kenntnis fundamentaler Sätze wie Theorema Egregium, Satz von Gauß-Bonnet</p> <p>- Fähigkeit zum Rechnen sowohl in lokalen Koordinaten als auch mit invarianten Größen.</p> <p>- Erkennen inhaltlicher Zusammenhänge zu Themen der Analysis I-III und der Linearen Algebra</p> <p>- Enge Beziehungen zu komplexer Geometrie, globaler Analysis</p>		
Module contents	<p>Wie berechnet man, wie stark eine Kurve oder Fläche 'gekrümmt' ist? Warum muss jede ebene Landkarte eines Gebietes auf der Erde verzerrt sein? Wie bestimmt man für zwei Punkte auf einer Fläche die kürzeste Verbindungslinie, die innerhalb der Fläche verläuft?</p> <p>Themen im Einzelnen: Kurven und Flächen im Raum: Krümmung und Torsion von Kurven; 1. und 2. Fundamentalform sowie Gauß- und mittlere Krümmung von Flächen, innere Geometrie von Flächen, Theorema egregium von Gauß, Parallelverschiebung, Geodätische, Satz von Gauß-Bonnet, Riemannsche Mannigfaltigkeiten, Tensoren, kovariante Ableitung, Riemannscher Krümmungstensor</p>		
Reader's advisory	W. Kühnel, Differentialgeometrie, Springer Spektrum M. do Carmo, Differentialgeometrie von Kurven und Flächen, Springer Vieweg M. do Carmo, Riemannian Geometry, Birkhäuser C. Bär, Elementare Differentialgeometrie, de Gruyter B. O'Neill, Semi-Riemannian Geometry, Birkhäuser		
Links			
Languages of instruction	German, English		
Duration (semesters)	1 Semester		
Module frequency	regelmäßig		
Module capacity	unlimited		
Reference text	Studienschwerpunkt: A		
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)		
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective		
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method			
Vorkenntnisse / Previous knowledge	Analysis I-III (bzw. Math. Meth. Physik), Lineare Algebra		
Examination	Time of examination	Type of examination	
Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit	KL	
Course type	Comment	SWS	Frequency Workload attendance

Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		4.00	--	56 h
Exercises		2.00	--	28 h
Total time of attendance for the module				84 h

mat542 - Complex Geometry

Module label	Complex Geometry
Module code	mat542
Credit points	6.0 KP
Workload	180 h
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Daniel Grieser ◦ Boris Vertman

Entry requirements

Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik - Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken - Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik - Verständnis für das Zusammenwirken holomorpher und differentialgeometrischer Strukturen - Enge Bezüge zur Differentialgeometrie und zur algebraischen Topologie, Bezüge zu nicht-linearen partiellen Differentialgleichungen
---	--

Module contents	<ul style="list-style-type: none"> - Einführung in komplexe Mannigfaltigkeiten, holomorphe Vektorbündel, Chern und Levi-Civita Zusammenhang, erste Chern Klasse, Kähler Mannigfaltigkeiten, Ricci Krümmung, Calabi-Yau Vermutung, Kähler-Einstein Metriken, Kodaira Einbettungstheorem, Kähler hyperbolische Räume. - Ausblick auf die Chern Weil Theorie und charakteristische Klassen, Ricci Fluss auf Kähler Mannigfaltigkeiten
------------------------	--

Reader's advisory	R.O. Wells, Differential Analysis on Complex Manifolds, Springer P. Griffiths, J. Harris, Principles of Algebraic Geometry, Wiley
--------------------------	--

Links	
Languages of instruction	German, English
Duration (semesters)	1 Semester
Module frequency	unregelmäßig
Module capacity	unlimited
Reference text	Studienschwerpunkt: A
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective

Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	
--	--

Vorkenntnisse / Previous knowledge	Differentialgeometrie, Differentialformen, Funktionalanalysis
---	---

Examination	Time of examination	Type of examination
--------------------	----------------------------	----------------------------

Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit	KL
-----------------------------	------------------------------	----

Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		3.00	SuSe or WiSe	42 h
Exercises		1.00	SuSe or WiSe	14 h
Total time of attendance for the module				56 h

mat543 - Selected Topics in Geometry

Module label	Selected Topics in Geometry			
Module code	mat543			
Credit points	6.0 KP			
Workload	180 h			
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule 			
Contact person				
Entry requirements				
Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik - Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken - Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter - Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik - Kennenlernen von fortgeschrittenen Themen in der aktuellen Forschung der Geometrie 			
Module contents	Vertiefende Themen der Geometrie			
Reader's advisory	wird je nach Thema bekanntgegeben.			
Links				
Languages of instruction	German, English			
Duration (semesters)	1 Semester			
Module frequency	unregelmäßig			
Module capacity	unlimited			
Reference text	Studienschwerpunkt: A			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge				
Examination	Time of examination		Type of examination	
Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit		KL	
Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture	3 SWS Vorlesung + 1 SWS Übung oder 2 SWS Seminar	3.00	SuSe or WiSe	42 h
Seminar or exercise	3 SWS Vorlesung + 1 SWS Übung oder 2 SWS Seminar	1.00	SuSe or WiSe	14 h
Total time of attendance for the module				56 h

mat545 - Complex Analysis II

Module label	Complex Analysis II			
Module code	mat545			
Credit points	9.0 KP			
Workload	270 h			
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule 			
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Daniel Grieser ◦ Boris Vertman ◦ Hannes Uecker 			
Entry requirements				
Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik - Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken - Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik - Bezüge zur komplexen Geometrie und ggf. zur Zahlentheorie 			
Module contents	Vertiefende Themen der Funktionentheorie, z.B.: Weierstrasscher Produktsatz, elliptische Funktionen, Satz von Mittag-Leffler; holomorphe Funktionen im \mathbb{C}^n , Satz von Hartogs, Riemannscher und Hartogs'scher Fortsetzungssatz, Holomorphiegebiete, d-quer-Problem, plurisubharmonische Funktionen. Pseudokonvexität, Levi-Problem, Cousin-Probleme			
Reader's advisory	W. Rudin: Reelle und Komplexe Analysis, Oldenbourg Verlag T. Ransford: Potential theory in the complex plane; London Math. Soc., Student Texts 28, 1995 L.L. Helms: Introduction to Potential theory, Wiley, New York, 1969 J. Wermer: Potential Theory, Springer Lecture Notes 408, 1974 D.H. Armitage, S.J. Gardiner: Classical Potential Theory, Springer Monographs in Math., 2001. P. Pflug: Holomorphiegebiete, pseudokonvexe Gebiete und das Levi-Problem, Lecture Notes in Math. 432, 1975 M. Range: Holomorphic functions and integral representations in several complex variables, graduate text in Math. 1986 R. Narasimhan: Several complex variables, University of Chicago Press, 1971 S.G. Krantz: Function theory of several complex variables, Wadsworth & Brooks, 1992. T. Ohsawa: Analysis of Several Complex Variables, Translation of Math. Monographs, 211, 2002			
Links				
Languages of instruction	German, English			
Duration (semesters)	1 Semester			
Module frequency	unregelmäßig			
Module capacity	unlimited			
Reference text	Studienschwerpunkt: A			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge	Funktionentheorie, Funktionalanalysis			
Examination	Time of examination		Type of examination	
Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit		KL	
Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		4.00	--	56 h
Exercises		2.00	--	28 h
Total time of attendance for the module				84 h

mat550 - Spectral Theory of Differential Operators

Module label	Spectral Theory of Differential Operators			
Module code	mat550			
Credit points	6.0 KP			
Workload	180 h			
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule 			
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Daniel Grieser ◦ Ivan Shestakov ◦ Boris Vertman ◦ Hannes Uecker 			
Entry requirements				
Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik - Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter - Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik - Verständnis für das Zusammenspiel von Analysis (Spektrum des Laplace-Operators) und Geometrie - Enge Beziehung zu Globale Analysis I und II 			
Module contents	Spektralsatz für beschränkte Operatoren; Spektraltheorie linearer elliptischer Operatoren, z.B. Laplace-Operator auf Gebieten im \mathbb{R}^n ; diskretes und stetiges Spektrum; Eigenwertasymptotik; Eigenwertungleichungen; Abhängigkeit des Spektrums vom Gebiet; inverses Spektralproblem; Bedeutung des Spektrums in Physik und Anwendungen			
Reader's advisory	Chavel, I.: Eigenvalues in Riemannian Geometry, Academic Press 1984 Reed, M. und Simon, B.: Methods of modern mathematical physics, Academic Press 1979			
Links				
Languages of instruction	German, English			
Duration (semesters)	1 Semester			
Module frequency	unregelmäßig			
Module capacity	unlimited			
Reference text	Studienschwerpunkt: A			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge	Analysis I-III (bzw. Math. Meth. Physik), Lineare Algebra, Funktionalanalysis			
Examination	Time of examination		Type of examination	
Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit		KL	
Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		3.00	--	42 h
Exercises		1.00	--	14 h
Total time of attendance for the module				56 h

mat555 - Partial Differential Equations I

Module label	Partial Differential Equations I			
Module code	mat555			
Credit points	9.0 KP			
Workload	270 h			
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule 			
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Daniel Grieser ◦ Boris Vertman ◦ Hannes Uecker 			
Entry requirements				
Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik - Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken - Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter - Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik - Befähigung zur Klassifikation und Verständnis der grundlegenden Eigenschaften einfacher partieller Differentialgleichungen (linear, konstante Koeffizienten), Anwendung der Fourierentwicklung und -transformation, elementare Hilbertraummethode 			
Module contents	Methode der Charakteristiken, Laplace-, Wärmeleitungs- und Wellengleichung als Prototypen für elliptische, parabolische und hyperbolische partielle Differentialgleichungen, Randwertprobleme, Separation der Variablen, Fouriertransformation, elementare Hilbertraummethode			
Reader's advisory	L. C. Evans, Partial Differential Equations, AMS, 1998. G. B. Folland, Introduction to Partial Differential Equations, Princeton Univ. Press, 1995. S. Salsa, Partial differential equations in action, Springer 2008 B. Schweizer, Partielle Differentialgleichungen, Springer, 2013. M.E. Taylor, Partial differential equations I, Springer 1996.			
Links				
Languages of instruction	German, English			
Duration (semesters)	1 Semester			
Module frequency	regelmäßig			
Module capacity	unlimited			
Reference text	Studienschwerpunkt: A, C			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge	Analysis I-III, Funktionentheorie, Lineare Algebra, Funktionalanalysis (kann parallel belegt werden)			
Examination	Time of examination	Type of examination		
Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit	KL		
Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		4.00	--	56 h
Exercises		2.00	--	28 h
Total time of attendance for the module				84 h

mat560 - Partial Differential Equations II

Module label	Partial Differential Equations II
Module code	mat560
Credit points	9.0 KP
Workload	270 h
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Daniel Grieser ◦ Boris Vertman ◦ Hannes Uecker

Entry requirements

Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik - Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken - Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter - Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik - Verständnis von Methoden zur Behandlung allgemeiner linearer partieller Differentialgleichungen, inklusive Singularitäten; vertiefte Kenntnis funktionalanalytischer Methoden, z.B. Distributionen und Sobolev-Räume
---	---

Module contents	Distributionen, Sobolev-Räume, elliptische Randwertprobleme, Pseudodifferentialoperatoren
Reader's advisory	L. C. Evans, Partial Differential Equations, AMS, 1998. S. Salsa, Partial differential equations in action, Springer 2008 B. Schweizer, Partielle Differentialgleichungen, Springer, 2013.

Links

Languages of instruction	German, English
Duration (semesters)	1 Semester
Module frequency	unregelmäßig
Module capacity	unlimited
Reference text	Studienschwerpunkt: A
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective

Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method

Vorkenntnisse / Previous knowledge	Funktionalanalysis
---	--------------------

Examination	Time of examination	Type of examination
Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit	KL

Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		4.00	--	56 h
Exercises		2.00	--	28 h
Total time of attendance for the module				84 h

mat565 - Non-Linear Partial Differential Equations

Module label	Non-Linear Partial Differential Equations			
Module code	mat565			
Credit points	9.0 KP			
Workload	270 h			
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule 			
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Daniel Grieser ◦ Boris Vertman ◦ Hannes Uecker 			
Entry requirements				
Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik - Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken - Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter - Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik - Grundlegendes Verständnis zu Phänomenen und Theorie nichtlinearer partieller Differentialgleichungen, insbesondere Evolutionsgleichungen, inklusive Grundbegriffen der Dynamik wie Stabilität und Langzeitverhalten 			
Module contents	Grundlegende Existenztheorie für nichtlineare partielle DGL. Spezielle Lösungen und Grundbegriffe der Dynamik wie Stabilität, Instabilität und Langzeitasymptotik an Hand ausgewählter Prototypen. Beispiele sind etwa KPP und Burgersgleichung als Prototypen für nichtlineare parabolische Probleme bzw. Klein-Gordon, KdV und NLS-Gleichungen für den hyperbolischen Fall.			
Reader's advisory	L. C. Evans, Partial Differential Equations, AMS, 1998. M. Renardy and R.C.Rogers, An Introduction to partial differential equations, Springer, 1993 J. C. Robinson, Infinite-dimensional dynamical systems, Cambridge University Press 2001 G. Schneider und H. Uecker, Nonlinear PDE - a dynamical systems perspective, AMS 2017 B. Schweizer, Partielle Differentialgleichungen, Springer, 2013.			
Links				
Languages of instruction	German, English			
Duration (semesters)	1 Semester			
Module frequency	unregelmäßig			
Module capacity	unlimited			
Reference text	Studienschwerpunkt: A, C			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge	Funktionalanalysis			
Examination	Time of examination	Type of examination		
Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit	KL		
Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		4.00	--	56 h
Exercises		2.00	--	28 h
Total time of attendance for the module				84 h

mat570 - Dynamical Systems

Module label	Dynamical Systems			
Module code	mat570			
Credit points	6.0 KP			
Workload	180 h			
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule 			
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Daniel Grieser ◦ Boris Vertman ◦ Hannes Uecker 			
Entry requirements				
Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik - Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken - Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter - Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik - Kenntnis der grundlegenden mathematischen Theorie Dynamischer Systeme und ihrer Anwendungen, insbesondere der Begriffe Stabilität/Instabilität, Attraktor und reguläre und chaotische Dynamik und der damit verbundenen Phänomene. 			
Module contents	Diskrete dynamische Systeme, ein- und mehrdimensionale Iterationen, Bifurkation und Chaos. Dynamik gewöhnlicher Differentialgleichungen, Omega-Limes Mengen, Attraktoren, dissipative und Hamilton'sche Systeme.			
Reader's advisory	R.L. Devaney. An Introduction to chaotic dynamical systems, Addison-Wesley Publishing Company, 1989. J.K. Hale/H. Kocak. Dynamics and bifurcations, Springer-Verlag, 1991. K.R. Meyer/ G.R. Hall. Introduction to Hamiltonian dynamical systems and the N-Body problem, Applied Mathematical Sciences, 90. Springer-Verlag, 1992. F. Verhulst. Nonlinear differential equations and dynamical systems. Springer-Verlag, Berlin 1996. S. Wiggins. Global bifurcations and chaos. Analytical methods. Applied Mathematical Sciences, 73. New York etc.: Springer-Verlag 1988.			
Links				
Languages of instruction	German, English			
Duration (semesters)	1 Semester			
Module frequency	unregelmäßig			
Module capacity	unlimited			
Reference text	Studienschwerpunkt: A, C			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge	Analysis I-III, Lineare Algebra			
Examination	Time of examination	Type of examination		
Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit	KL		
Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		3.00	--	42 h
Exercises		1.00	--	14 h
Total time of attendance for the module				56 h

mat575 - Modelling with Partial Differential Equations

Module label	Modelling with Partial Differential Equations			
Module code	mat575			
Credit points	6.0 KP			
Workload	180 h			
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule 			
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Daniel Grieser ◦ Boris Vertman ◦ Hannes Uecker 			
Entry requirements				
Skills to be acquired in this module	<p>- Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</p> <p>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</p> <p>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter</p> <p>- Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik</p> <p>- Kenntnis grundlegender partiellen Differentialgleichungsmodelle aus der Naturwissenschaft, Fähigkeit zur Modellanalyse (Existenz- und Stabilitätsfragen, Bifurkation, Langzeitverhalten für Evolutionsgleichungen), Fähigkeit zu eigener Modellierung mit partiellen Differentialgleichungen</p>			
Module contents	Wir betrachten ausgewählte partielle Differentialgleichungen bzw insbesondere Differentialgleichungssysteme. Neben klassischer Theorie wie Existenz- und Eindeutigkeit von Lösungen werden auch die zu Grunde liegenden Modellierungen sowie die Anwendungen im jeweiligen Umfeld behandelt. Beispiele sind etwa Reaktions-Diffusionssysteme, Navier-Stokes-Gleichungen, oder Maxwellgleichungen.			
Reader's advisory	Fowler, A. C., Mathematical models in the applied sciences, Cambridge University Press, 1997 Temam, R. and Miranville, A. M., Mathematical modelling in continuum mechanics, Cambridge University Press, 2005 Jones, D. S. and Plank, M. J. and Sleeman, B. D., Differential equations and mathematical biology. Chapman & Hall, 2010 Murray, J. D., Mathematical biology, Springer, 1989 Schneider, G. and Uecker, H., Nonlinear PDE - a dynamical systems perspective, AMS 2017 Schweizer, B., Partielle Differentialgleichungen, Springer, 2013.			
Links				
Languages of instruction	German, English			
Duration (semesters)	1 Semester			
Module frequency	unregelmäßig			
Module capacity	unlimited			
Reference text	Studienschwerpunkt: C			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge	Funktionalanalysis			
Examination	Time of examination	Type of examination		
Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit	KL		
Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		3.00	--	42 h
Exercises		1.00	--	14 h
Total time of attendance for the module				56 h

mat579 - Selected Topics in Analysis

Module label	Selected Topics in Analysis
Module code	mat579
Credit points	6.0 KP
Workload	180 h
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Daniel Grieser ◦ Konstantin Pankrashkin ◦ Boris Vertman

Entry requirements

Skills to be acquired in this module	- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik - Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken - Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter - Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik - Kennenlernen von fortgeschrittenen Themen in der aktuellen Forschung der Analysis
---	---

Module contents	Vertiefende Themen der Analysis
Reader's advisory	Literaturempfehlungen wird je nach Thema bekanntgegeben.
Links	
Languages of instruction	German, English
Duration (semesters)	1 Semester
Module frequency	unregelmäßig
Module capacity	unlimited
Reference text	Studienschwerpunkt: A, C
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective

Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method

Vorkenntnisse / Previous knowledge

Examination	Time of examination	Type of examination		
Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit	KL		
Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture	3 SWS Vorlesung + 1 SWS Übung oder 2 SWS Seminar	3.00	SuSe or WiSe	42 h
Seminar or exercise	3 SWS Vorlesung + 1 SWS Übung oder 2 SWS Seminar	1.00	SuSe or WiSe	14 h
Total time of attendance for the module				56 h

mat595 - Numerical Methods for Partial Differential Equations

Module label	Numerical Methods for Partial Differential Equations	
Module code	mat595	
Credit points	9.0 KP	
Workload	270 h	
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule 	
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Alexey Chernov 	
Entry requirements		
Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik - Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter - Beherrschen wichtiger Verfahren und Algorithmen - Fähigkeit zur Anwendung durch Implementierung konkreter Probleme und durch Beherrschung der gängigen Software - Beherrschen der Analyse und Komplexität von Algorithmen - Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik - Kennenlernen von grundlegenden numerischen Methoden zum Lösen partieller Differentialgleichungen - Verständnis von grundlegenden numerischen Verfahren und ihren Konvergenzeigenschaften - Fähigkeit zur Entwicklung und Implementation von Algorithmen zum Lösen partieller Differentialgleichungen - Erweiterung des im Bachelorstudium erworbenen Wissens durch Vertiefung in einem weiterführenden mathematischen Gebiet - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens aus den Bereichen der theoretischen Analysis, angewandten Mathematik und des wissenschaftlichen Rechnens - Querverbindungen zu den Modulen: Einführung in die Numerik, Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen, Elementare Methoden der partiellen Differentialgleichungen, Theorie der partiellen Differentialgleichungen - Inhaltliche Querverbindungen: Numerische Approximation von Funktionen, Interpolation und Projektion, Stabilität und Konvergenz von Algorithmen, Partielle Differentialgleichungen, Distributionen, Zeitschrittverfahren 	
Module contents	<ul style="list-style-type: none"> - Mathematische Modelle mit partiellen Differentialgleichungen 2. Ordnung - Finite-Differenzen-Methode für die Poisson Gleichung: Konstruktion, Fehleranalyse und Implementierung - Analysis abstrakter variationeller Formulierungen, allgemeine Fehleranalyse - Finite-Elemente-Methode für die Poisson Gleichung: Konstruktion, Datenstrukturen und Implementierung, Fehleranalyse - Adaptive Finite-Elemente-Methode - Numerische Verfahren für die Wärmeleitungsgleichung: Linienmethode, Zeitschrittverfahren - Numerische Verfahren für hyperbolische Probleme 	
Reader's advisory	S.C. Brenner, L.R. Scott: The Mathematical Theory of Finite Element Methods, Springer Verlag, 2008 D. Braess: Finite Elemente: Theorie, schnelle Löser und Anwendungen in der Elastizitätstheorie, Springer Verlag, 2013 W. Hackbusch: Theorie und Numerik elliptischer Differentialgleichungen, Springer Verlag, 2017 P. Knabner, L. Angermann: Numerik partieller Differentialgleichungen. Eine anwendungsorientierte Einführung, Springer Verlag, 2000 G. Dziuk: Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen, de Gruyter Verlag, 2010	
Links		
Languages of instruction	German, English	
Duration (semesters)	1 Semester	
Module frequency	regelmäßig	
Module capacity	unlimited	
Reference text	Studienschwerpunkt: A, C	
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)	
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method		
Vorkenntnisse / Previous knowledge	Einführung in die Numerik	
Examination	Time of examination	Type of examination
Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit	KL

Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		4.00	--	56 h
Exercises		2.00	--	28 h
Total time of attendance for the module				84 h

mat597 - Numerical Methods for Partial Differential Equations with Uncertainties

Module label	Numerical Methods for Partial Differential Equations with Uncertainties
Module code	mat597
Credit points	6.0 KP
Workload	180 h
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Alexey Chernov

Entry requirements

Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik - Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter - Beherrschen wichtiger Verfahren und Algorithmen - Fähigkeit zur Anwendung durch Implementierung konkreter Probleme und durch Beherrschung der gängigen Software - Beherrschen der Analyse und Komplexität von Algorithmen - Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik - Kennenlernen eines modernen Forschungsgebiets der Numerik und angewandten Mathematik mit Komponenten der Stochastik - Verständnis von weiterführenden numerischen Verfahren und ihren Konvergenzeigenschaften - Fähigkeit zur Entwicklung und Implementation von Algorithmen zum Lösen partieller Differentialgleichungen mit stochastischen Parametern - Erweiterung des im Masterstudium erworbenen Wissens durch Vertiefung in einem weiterführenden mathematischen Gebiet - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens aus den Bereichen der angewandten Mathematik, des wissenschaftlichen Rechnens und der Stochastik - Inhaltliche Querverbindungen zu den Modulen: Numerik partieller Differentialgleichungen, Monte Carlo Methoden
---	---

Module contents	<ul style="list-style-type: none"> - Zufallsfelder - Monte Carlo Methoden für partielle Differentialgleichungen - Stochastische Kollokations- und Galerkin-Methoden - Numerik für hochdimensionale Probleme
------------------------	---

Reader's advisory	R.G. Ghanem, P.D. Spanos: Stochastic finite elements: a spectral approach. Springer-Verlag, 1991 O.P. Le Maître, O.M. Knio: Spectral methods for uncertainty quantification. Springer, 2010 M.B. Giles: Multilevel Monte Carlo methods, Acta Numerica 24 (2015), 259–328 C. Schwab, C.J. Gittelson: Sparse tensor discretizations of high-dimensional parametric and stochastic PDEs, Acta Numerica 20 (2011), 291–467
--------------------------	---

Links	
Languages of instruction	German, English
Duration (semesters)	1 Semester
Module frequency	unregelmäßig
Module capacity	unlimited
Reference text	Studienschwerpunkt: A, C
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective

Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	
--	--

Vorkenntnisse / Previous knowledge	Einführung in die Numerik
---	---------------------------

Examination	Time of examination	Type of examination
-------------	---------------------	---------------------

Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit	KL
-----------------------------	------------------------------	----

Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
-------------	---------	-----	-----------	---------------------

Lecture		3.00	--	42 h
---------	--	------	----	------

Exercises		1.00	--	14 h
-----------	--	------	----	------

Total time of attendance for the module				56 h
--	--	--	--	------

mat599 - Selected Topics in Numerical Analysis

Module label	Selected Topics in Numerical Analysis			
Module code	mat599			
Credit points	6.0 KP			
Workload	180 h			
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule 			
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Alexey Chernov 			
Entry requirements				
Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik - Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter - Beherrschen wichtiger Verfahren und Algorithmen - Fähigkeit zur Anwendung durch Implementierung konkreter Probleme und durch Beherrschung der gängigen Software - Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik - Kennenlernen von fortgeschrittenen Themen in der aktuellen Forschung der Numerik 			
Module contents	Vertiefende Themen der Numerik			
Reader's advisory	wird je nach Thema bekanntgegeben.			
Links				
Languages of instruction	German, English			
Duration (semesters)	1 Semester			
Module frequency	unregelmäßig			
Module capacity	unlimited			
Reference text	Studienschwerpunkt: A, C			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge				
Examination	Time of examination		Type of examination	
Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit		KL	
Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture	3 SWS Vorlesung + 1 SWS Übung oder 2 SWS Seminar	3.00	SuSe or WiSe	42 h
Seminar or exercise	3 SWS Vorlesung + 1 SWS Übung oder 2 SWS Seminar	1.00	SuSe or WiSe	14 h
Total time of attendance for the module				56 h

mat605 - Seminar in Analysis

Module label	Seminar in Analysis	
Module code	mat605	
Credit points	6.0 KP	
Workload	180 h	
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule 	
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Daniel Grieser ◦ Boris Vertman ◦ Hannes Uecker 	
Entry requirements	Funktionalanalysis sowie je nach Themengebiet Mastermodule aus dem Bereich Analysis und Geometrie (wird jeweils bekanntgegeben)	
Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik - Erwerb von sozialen und beruflichen Kompetenzen, Schlüsselqualifikationen und Strategien zur Verhaltensänderung - Kompetenzen und Fähigkeiten in freier Rede, ausgewählten Gesprächstechniken und ausgewählten Moderations- und Präsentationstechniken - Vertiefte Kenntnis von und Fähigkeit im Umgang mit Informations- / Kommunikationstechnologien - Vertiefte Kenntnisse des Schreibens mathematisch-technischer Texte - Erwerb handlungsorientierter Fähigkeiten für die Kommunikation im beruflichen Alltag bei Präsentation, Vermittlung und Dokumentation von Inhalten - Erwerb direkt berufsbezogener inhaltlicher und prozessorientierter Kompetenzen - Fähigkeiten in Zeitmanagement und Organisation <ul style="list-style-type: none"> - Befähigung zur selbstständigen Ausarbeitung und angemessenen Präsentation fortgeschrittener Themen der Analysis 	
Module contents	ausgewählte fortgeschrittene Themen der Analysis	
Reader's advisory	je nach gewähltem Thema	
Links		
Languages of instruction	German, English	
Duration (semesters)	1 Semester	
Module frequency	regelmäßig	
Module capacity	14	
Reference text	Studienschwerpunkt: A	
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)	
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method		
Vorkenntnisse / Previous knowledge		
Examination	Time of examination	Type of examination
Final exam of module		SA
Course type	Seminar	
SWS	2.00	
Frequency	--	
Workload attendance	28 h	

mat610 - Seminar in Modelling

Module label	Seminar in Modelling	
Module code	mat610	
Credit points	6.0 KP	
Workload	180 h	
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule 	
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Hannes Uecker 	
Entry requirements	mat320 (Mathem.Modellierung) oder eine Vorlesung aus mat555 (Elementare Methoden der partiellen Differentialgleichungen), mat560 (Theorie der partiellen Differentialgleichungen), mat565 (Nichtlineare partielle Differentialgleichungen), mat570 (Dynamische Systeme), mat575 (Modellierung mit partiellen Differentialgleichungen)	
Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter - Erwerb von sozialen und beruflichen Kompetenzen, Schlüsselqualifikationen und Strategien zur Verhaltensänderung - Kompetenzen und Fähigkeiten in freier Rede, ausgewählten Gesprächstechniken und ausgewählten Moderations- und Präsentationstechniken - Vertiefte Kenntnis von und Fähigkeit im Umgang mit Informations- / Kommunikationstechnologien - Vertiefte Kenntnisse des Schreibens mathematisch-technischer Texte - Erwerb handlungsorientierter Fähigkeiten für die Kommunikation im beruflichen Alltag bei Präsentation, Vermittlung und Dokumentation von Inhalten - Erwerb direkt berufsbezogener inhaltlicher und prozessorientierter Kompetenzen - Fähigkeiten in Zeitmanagement und Organisation <p>- Befähigung zur selbstständigen Ausarbeitung und angemessenen Präsentation fortgeschrittener Themen der Mathematischen Modellierung</p>	
Module contents	ausgewählte fortgeschrittene Themen der mathematischen Modellierung	
Reader's advisory	je nach gewähltem Themenkreis	
Links		
Languages of instruction	German, English	
Duration (semesters)	1 Semester	
Module frequency	unregelmäßig	
Module capacity	unlimited	
Reference text	Studienschwerpunkt: C	
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)	
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method		
Vorkenntnisse / Previous knowledge		
Examination	Time of examination	Type of examination
Final exam of module		SA
Course type	Seminar	
SWS	2.00	
Frequency	--	
Workload attendance	28 h	

mat615 - Seminar in Numerical Analysis

Module label	Seminar in Numerical Analysis	
Module code	mat615	
Credit points	6.0 KP	
Workload	180 h	
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule 	
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Alexey Chernov 	
Entry requirements	je nach Themengebiet Mastermodule bzw. weiterführende Bachelormodule aus dem Bereich Numerik (wird jeweils bekanntgegeben), z.B. mat340 Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen und / oder mat595 Numerik partieller Differentialgleichungen und / oder mat350 Lineare und nichtlineare Optimierung	
Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Beherrschen der Analyse und Komplexität von Algorithmen - Erwerb von sozialen und beruflichen Kompetenzen, Schlüsselqualifikationen und Strategien zur Verhaltensänderung - Kompetenzen und Fähigkeiten in freier Rede, ausgewählten Gesprächstechniken und ausgewählten Moderations- und Präsentationstechniken - Vertiefte Kenntnis von und Fähigkeit im Umgang mit Informations- / Kommunikationstechnologien - Vertiefte Kenntnisse des Schreibens mathematisch-technischer Texte - Erwerb handlungsorientierter Fähigkeiten für die Kommunikation im beruflichen Alltag bei Präsentation, Vermittlung und Dokumentation von Inhalten - Erwerb direkt berufsbezogener inhaltlicher und prozessorientierter Kompetenzen - Fähigkeiten in Zeitmanagement und Organisation <ul style="list-style-type: none"> - Befähigung zur selbstständigen Ausarbeitung und angemessenen Präsentation fortgeschrittener Themen der Numerik 	
Module contents	Ausgehend von einer Vertiefungsvorlesung im Bereich Numerik behandelt das Seminar weiterführende Themen der numerischen Mathematik.	
Reader's advisory	je nach gewähltem Thema	
Links		
Languages of instruction	German, English	
Duration (semesters)	1 Semester	
Module frequency	regelmäßig	
Module capacity	unlimited	
Reference text	Studienschwerpunkt: A, C	
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)	
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method		
Vorkenntnisse / Previous knowledge		
Examination	Time of examination	Type of examination
Final exam of module		SA
Course type	Seminar	
SWS	2.00	
Frequency	--	
Workload attendance	28 h	

mat705 - Algebraic Number Theory

Module label	Algebraic Number Theory
Module code	mat705
Credit points	9.0 KP
Workload	270 h
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Florian Heß ◦ Andreas Stein

Entry requirements

Skills to be acquired in this module	<p>- Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</p> <p>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</p> <p>- Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken</p> <p>- Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik</p> <p>- Verständnis von grundlegenden Konzepten der algebraischen Zahlentheorie</p> <p>- Kenntnis der wichtigsten Strukturaussagen über Ringen von ganzen Zahlen algebraischer Zahlkörper, insbesondere die Kenntnis der Dedekindschen Idealtheorie und des Dirichletschen Einheitsatzes</p> <p>- Fähigkeit zum Formulieren und Bearbeiten zahlentheoretischer Probleme in Ringen ganzer Zahlen algebraischer Zahlkörper</p> <p>- Kennenlernen von weiterführenden Themen in der aktuellen Forschung der algebraischen Zahlentheorie und ihrer Anwendungen.</p> <p>- Exemplarisches Kennenlernen von weiterführenden Themen in der algebraischen Zahlentheorie, wie zum Beispiel Henselsche Körper und Dedekindsche Zetafunktionen</p>
---	--

Module contents	Ganzalgebraische Ringerweiterungen, Dedekindringe, explizite Faktorisierung, Erweiterungen von Dedekindringen, Hilbertsche Verzweigungstheorie, Minkowski-Theorie, Klassenzahl, Dirichletscher Einheitsatz, quadratische Zahlkörper, zyklotomische Körper. lokale Körper. Optional: Henselsche Körper, Dedekindsche Zetafunktionen, Dirichletsche L-Reihen.
------------------------	---

Reader's advisory	H. Koch: Zahlentheorie, algebraische Zahlen und Funktionen, Vieweg 1997. S. Lang: Algebraic number theory, Springer 1994. D. Marcus: Number fields, Springer, 1996. J. Neukirch: Algebraische Zahlentheorie, Springer 2007. L. Washington : Introduction to cyclotomic fields, Springer 1997.
--------------------------	---

Links	
Languages of instruction	German, English
Duration (semesters)	2 Semester
Module frequency	regelmäßig
Module capacity	unlimited
Reference text	3 KP dieses Moduls werden als Reading Course erbracht.
	Studienschwerpunkt: B
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective

Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	
--	--

Vorkenntnisse / Previous knowledge	
---	--

Examination	Time of examination	Type of examination		
Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit	KL		
Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		3.00	--	42 h
Exercises		1.00	--	14 h
Seminar		2.00	--	28 h
Total time of attendance for the module				84 h

mat710 - Algorithmic Number Theory

Module label	Algorithmic Number Theory
Module code	mat710
Credit points	6.0 KP
Workload	180 h
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Florian Heß ◦ Andreas Stein

Entry requirements

Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik - Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken - Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter - Beherrschen wichtiger Verfahren und Algorithmen - Fähigkeit zur Anwendung durch Implementierung konkreter Probleme und durch Beherrschung der gängigen Software - Beherrschen der Analyse und Komplexität von Algorithmen - Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik - Abgrenzung zwischen dem spezifischen Teil einer Theorie und dem allgemeinen mathematischen Standard erkennen - Beherrschen von vertiefenden und weiterführenden Begriffen in der modernen algorithmischen Zahlentheorie sowie der Computeralgebra - Kenntnis zentraler Problemstellungen in der modernen arithmetischen Geometrie, wie zum Beispiel der Invariantenberechnung für Zahlkörper und für elliptische Kurven. - Kenntnis fortgeschrittener algorithmischer Verfahren und ihrer Implementierung, sowohl in Computeralgebrasystemen wie zum Beispiel MAGMA und SAGE, als auch in Software-Paketen wie zum Beispiel NTL und FLINT - Kennenlernen von weiterführenden mathematischen Themen in der aktuellen Forschung der algorithmischen Zahlentheorie und ihrer Anwendungen
---	---

Module contents	Algorithmische Methoden aus der algebraischen Zahlentheorie und aus der arithmetischen Geometrie, beispielsweise Invariantenberechnung für Zahlkörper und für elliptische Kurven.
Reader's advisory	H. Cohen: A Course in Computational Algebraic Number Theory, Springer 2000. H. Cohen: Advanced Topics in Computational Number Theory, Springer 2000. Cohen, Frey, Avanzi, Doche, Lange, Nguyen, Vercauteren: Handbook of Elliptic and Hyperelliptic Curve Cryptography, Chapman & Hall 2005. J. Cremona: Algorithms for Modular Elliptic Curves, Cambridge University Press 1997. M. Pohst und H. Zassenhaus: Algorithmic Algebraic Number Theory, Cambridge University Press, 1997. S. Schmitt und H.G. Zimmer: Elliptic Curves: A Computational Approach, de Gruyter, 2003.

Links	
Languages of instruction	German, English
Duration (semesters)	1 Semester
Module frequency	unregelmäßig
Module capacity	unlimited
Reference text	Studienschwerpunkt: B
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective

Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method

Vorkenntnisse / Previous knowledge

Examination	Time of examination	Type of examination		
Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit	KL		
Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		3.00	--	42 h
Exercises		1.00	--	14 h

Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Total time of attendance for the module				56 h

mat715 - Algebraic Curves and Functions

Module label	Algebraic Curves and Functions
Module code	mat715
Credit points	6.0 KP
Workload	180 h
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Florian Heß ◦ Andreas Stein

Entry requirements

Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik - Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken - Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik - Kenntnis der wichtigsten Strukturaussagen über algebraische Funktionenkörper, insbesondere Kenntnis der Riemann-Roch-Theorie, der Verzweigungstheorie und der Theorie der Erweiterungen algebraischer Funktionenkörper - Fähigkeit der Vernetzung der Theorie algebraischer Funktionenkörper mit der algebraischen Zahlentheorie - Kennenlernen von weiterführenden Themen in der aktuellen Forschung algebraischer Funktionenkörper und ihrer Anwendungen. - Verständnis von grundlegenden Konzepten algebraischer Kurven, insbesondere Kenntnis von Modellen von Kurven
---	---

Module contents	Algebraische Funktionenkörper, Satz von Riemann-Roch, Differentiale. Erweiterungen algebraischer Funktionenkörper und Verzweigungstheorie. Zetafunktion und L-Polynom, Satz von Hasse-Weil. Algebraische Kurven, Konstruktion nichtsingulärer Modelle.
------------------------	--

Reader's advisory	D. Goldschmidt: Algebraic functions and projective curves, Springer 2003. G. Villa Salvador: Topics in the Theory of Algebraic Function Fields, Birkhäuser 2006. H. Stichtenoth: Algebraic Function Fields and Codes, Springer 2009. P. Cohn: Algebraic Numbers and Algebraic Integers, Chapman & Hall 1991
--------------------------	--

Links	
Languages of instruction	German, English
Duration (semesters)	1 Semester
Module frequency	regelmäßig
Module capacity	unlimited
Reference text	Studienschwerpunkt: B
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective

Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	
--	--

Vorkenntnisse / Previous knowledge

Examination	Time of examination	Type of examination
Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit	KL

Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		3.00	--	42 h
Exercises		1.00	--	14 h
Total time of attendance for the module				56 h

mat720 - Elliptic Curves

Module label	Elliptic Curves			
Module code	mat720			
Credit points	9.0 KP			
Workload	270 h			
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule 			
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Florian Heß ◦ Andreas Stein 			
Entry requirements				
Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik - Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken - Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik - Abgrenzung zwischen dem spezifischen Teil einer Theorie und dem allgemeinen mathematischen Standard erkennen - Beherrschen von grundlegenden Konzepten in der Arithmetik elliptischer Kurven, insbesondere Beherrschen der Grundbegriffe elliptischer Kurven über endlichen Körpern, den komplexen Zahlen, lokalen Körpern und globalen Körpern - Kennenlernen von weiterführenden Themen in der aktuellen Forschung elliptischer Kurven und ihrer Anwendungen - Verständnis und Beherrschung algorithmischer Verfahren zur Invariantenberechnung elliptischer Kurven und ihrer Implementierung - Exemplarisches Kennenlernen von fortgeschrittenen Themen in der Theorie elliptischer Kurven, wie zum Beispiel klassische Vermutungen der Arithmetik 			
Module contents	Weierstraß-Gleichungen, Isogenien und Endomorphismenring, Weil-Paarung, elliptische Kurven über endlichen Körpern, lokale Körper, elliptische Kurven über lokalen Körpern, elliptische Kurven über globalen Körpern, Abstiegsmethoden, Satz von Mordell-Weil, analytische Theorie elliptischer Kurven, elliptische Funktionen, Anwendungen in der Kryptographie. Optional: Klassische Vermutungen der Arithmetik (Fermat, Mordell, Birch und Swinnerton-Dyer, Hasse, Serre, Weil-Taniyama).			
Reader's advisory	Husemoller: Elliptic Curves, Springer-Verlag 2000. Knapp: Elliptic Curves, Princeton University Press 1992. Koch: Zahlentheorie, algebraische Zahlen und Funktionen, Vieweg 1997. Milne: Elliptic curves, 2006. Silverman: Advanced topics in the arithmetic of elliptic curves, Springer 1999. Silverman: The Arithmetic of Elliptic Curves, Springer 2009. Washington: Elliptic Curves: Number Theory and Cryptography, CRC 2008.			
Links				
Languages of instruction	German, English			
Duration (semesters)	2 Semester			
Module frequency	regelmäßig			
Module capacity	unlimited			
Reference text	3 KP dieses Moduls werden als Reading Course erbracht. Studienschwerpunkt: B			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge				
Examination	Time of examination	Type of examination		
Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit	KL		
Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		3.00	--	42 h

Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Exercises		1.00	--	14 h
Seminar		2.00	--	28 h
Total time of attendance for the module				84 h

mat725 - Arithmetic Duality

Module label	Arithmetic Duality
Module code	mat725
Credit points	6.0 KP
Workload	180 h
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Florian Heß ◦ Andreas Stein

Entry requirements

Skills to be acquired in this module	<p>- Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</p> <p>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</p> <p>- Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik</p> <p>- Verständnis von grundlegenden Konzepten der arithmetischen Dualitätstheorie, insbesondere Kenntnis der Grundbegriffe der Klassenkörpertheorie globaler Körper sowie der Theorie von Dualitätspaarungen</p> <p>- Exemplarisches Kennenlernen von fortgeschrittenen Themen in der arithmetischen Dualitätstheorie, wie zum Beispiel Galoiskohomologie</p> <p>- Kennenlernen von weiterführenden Themen in der aktuellen Forschung der arithmetischen Dualitätstheorie und ihrer Anwendungen</p>
---	---

Module contents	Elemente der Klassenkörpertheorie globaler Körper, Dualitätspaarungen, Reziprozitätsgesetz, weitere Themen wie Galoiskohomologie oder Anwendungen in der Kryptographie.
------------------------	---

Reader's advisory	E. Artin and J. Tate: Class Field Theory, AMS 2009. J.-P. Serre: Algebraic Groups and Class Fields, Springer 1988. J. Milne: Arithmetic Duality Theorems, Academic Press 1986. Cohen, Frey, Avanzi, Doche, Lange, Nguyen, Vercauteren: Handbook of Elliptic and Hyperelliptic Curve Cryptography, Chapman & Hall 2005.
--------------------------	---

Links	
Languages of instruction	German, English
Duration (semesters)	1 Semester
Module frequency	unregelmäßig
Module capacity	unlimited
Reference text	Studienschwerpunkt: B
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective

Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	
--	--

Vorkenntnisse / Previous knowledge	Algebraische Zahlentheorie, Algebraische Kurven und Funktionen, Elliptische Kurven. Inhalte der Algebra-Module im Fach-Bachelor werden vorausgesetzt.
---	--

Examination	Time of examination	Type of examination
Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit	KL

Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		3.00	--	42 h
Exercises		1.00	--	14 h
Total time of attendance for the module				56 h

mat730 - Coding Theory

Module label	Coding Theory
Module code	mat730
Credit points	6.0 KP
Workload	180 h
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Florian Heß ◦ Andreas Stein

Entry requirements

Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik - Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter - Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik <ul style="list-style-type: none"> - Verständnis von grundlegenden Konzepten der Codierungstheorie, insbesondere Beherrschen von analytischen und algebraischen Methoden in der Signalverarbeitung und in der Codierungstheorie - Kennenlernen von weiterführenden Themen in der aktuellen Forschung der Codierungstheorie und ihrer Anwendungen in der Informationssicherheit
---	---

Module contents	Hamming-Raum, lineare Codes, Gewichtszähler, Dualität, Parameterschranken, Familien optimaler Codes, zyklische Codes, BCH- und RS-Codes, algebraisch-geometrische Codes, Decodierungsmethoden.
------------------------	--

Reader's advisory	A. Betten et al.: Error-correcting codes, Springer 2006. W. Lütkebohmert: Codierungstheorie, Vieweg 2003. H. Niederreiter, C. Xing: Algebraic geometry in coding theory and cryptography, Princeton University Press 2009. J.H. van Lint: Introduction to coding theory, Springer 1999. W. Willems: Codierungstheorie, de Gruyter 1999.
--------------------------	---

Links

Languages of instruction	German, English
Duration (semesters)	1 Semester
Module frequency	unregelmäßig
Module capacity	unlimited
Reference text	Studienschwerpunkt: B
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective

Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method

Vorkenntnisse / Previous knowledge	Algebraische Kurven und Funktionen. Inhalte der Algebra-Module im Fach-Bachelor werden vorausgesetzt.
---	--

Examination	Time of examination	Type of examination
Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit	KL

Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		3.00	--	42 h
Exercises		1.00	--	14 h
Total time of attendance for the module				56 h

mat735 - Complex Multiplication

Module label	Complex Multiplication			
Module code	mat735			
Credit points	6.0 KP			
Workload	180 h			
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule 			
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Florian Heß ◦ Andreas Stein 			
Entry requirements				
Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik - Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken - Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik - Beherrschen von zentralen Aussagen der Theorie der komplexen Multiplikation - Kennenlernen der wichtigsten algorithmischen Methoden in Anwendungen der komplexen Multiplikation, beispielsweise in der Kryptographie - Kennenlernen von weiterführenden Themen in der aktuellen Forschung der komplexen Multiplikation 			
Module contents	Theorie der komplexen Multiplikation, Berechnungsaspekte und Anwendungen, zum Beispiel Primzahlbeweise und -darstellungen, explizite Klassenkörpertheorie, Klassenzahlproblem und Kryptographie.			
Reader's advisory	S. Lang: Introduction to Algebraic and Abelian Functions, Springer 1982. S. Lang: Elliptic Functions, Springer 1987. S. Lang: Complex Multiplication, Springer 1983. G. Shimura: Abelian Varieties with Complex Multiplication and Modular Functions, Princeton University Press 1998. R. Scherz: Complex Multiplication, Cambridge University Press 2010. D. Cox: Primes of the Form $x^2 + ny^2$, Wiley 1997.			
Links				
Languages of instruction	German, English			
Duration (semesters)	1 Semester			
Module frequency	unregelmäßig			
Module capacity	unlimited			
Reference text	Studienschwerpunkt: B			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge	Algebraische Zahlentheorie, Algebraische Kurven und Funktionen, Elliptische Kurven, Modulfunktionen. Inhalte der Algebra-Module im Fach-Bachelor werden vorausgesetzt.			
Examination	Time of examination		Type of examination	
Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit		KL	
Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		3.00	--	42 h
Exercises		1.00	--	14 h
Total time of attendance for the module				56 h

mat740 - Mathematical Cryptology

Module label	Mathematical Cryptology		
Module code	mat740		
Credit points	6.0 KP		
Workload	180 h		
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule 		
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Florian Heß ◦ Andreas Stein 		
Entry requirements	Inhalte der Algebra-Module im Fach-Bachelor		
Skills to be acquired in this module	<p>- Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik</p> <p>- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik</p> <p>- Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter</p> <p>- Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik</p> <p>- Abgrenzung zwischen dem spezifischen Teil einer Theorie und dem allgemeinen mathematischen Standard erkennen</p> <p>- Beherrschen von grundlegenden und weiterführenden Konzepten der mathematischen Kryptologie, wie zum Beispiel mathematische Modelle kryptographischer Systeme, Public-Key Kryptographie, digitale Signaturen, Schlüsselaustausch</p> <p>- Kennenlernen wichtiger Methoden zur Analyse von Kryptosystemen, wie zum Beispiel Kennenlernen grundlegender und fortgeschrittener Methoden zum Lösen des diskreten Logarithmusproblems und zur ganzzahligen Faktorisierung</p> <p>- Kenntnis fortgeschrittener algorithmischer Verfahren in der Kryptologie und ihrer Implementierung, sowohl in Computeralgebrasystemen wie zum Beispiel MAGMA und SAGE, als auch in Software-Paketen wie zum Beispiel NTL und FLINT</p> <p>- Fähigkeit zur komplexitätstheoretischen Untersuchung fortgeschrittener algorithmischer Verfahren in der Kryptologie</p> <p>- Kennenlernen von weiterführenden Themen in der Analyse kryptographischer Systeme, wie zum Beispiel Kennenlernen von Konzepten der Post-Quantum Kryptographie</p> <p>- Erkennen der Bedeutung der Public-Key Kryptologie in der Gesellschaft</p>		
Module contents	Mathematische Modelle kryptographischer Systeme, Public-Key Kryptographie, digitale Signaturen, Schlüsselaustausch, diskretes Logarithmusproblem, untere Schranken für generische Algorithmen, Index Calculus, moderne ganzzahlige Faktorisierungsmethoden, elliptische Kurven Faktorisierungsmethode, Zahl- und Funktionenkörpersieb, Algorithmen für Quantum Computer. Post-Quantum Kryptographie: Gitterbasierte Kryptosysteme und Attacken. Komplexitätstheoretische Untersuchungen.		
Reader's advisory	Cohen, Frey, Avanzi, Doche, Lange, Nguyen, Vercauteren: Handbook of Elliptic and Hyperelliptic Curve Cryptography, Chapman & Hall 2005. Crandall, Pomerance: Prime Numbers, A Computational Perspective, Springer 2005. D.E. Knuth: The Art of Computer Programming, Volume 2: Seminumerical Algorithms, Addison Wesley, 1998. N. Koblitz: A Course in Number Theory and Cryptography, Springer 1994. D. Stinson: Cryptography: Theory and Practice, Chapman & Hall 2006. Trappe, Washington: Introduction to Cryptography with Coding Theory, Prent. Hall 2006		
Links			
Languages of instruction	German, English		
Duration (semesters)	1 Semester		
Module frequency	regelmäßig		
Module capacity	unlimited		
Reference text	Studienschwerpunkt: B		
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)		
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective		
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method			
Vorkenntnisse / Previous knowledge	Einführung in die Zahlentheorie und Computeralgebra		
Examination	Time of examination	Type of examination	
Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit	KL	
Course type	Comment	SWS	Frequency Workload attendance

Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		3.00	--	42 h
Exercises		1.00	--	14 h
Total time of attendance for the module				56 h

mat745 - Modular Forms

Module label	Modular Forms			
Module code	mat745			
Credit points	6.0 KP			
Workload	180 h			
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule 			
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Florian Heß ◦ Andreas Stein 			
Entry requirements	Inhalte der Algebra-Module im Fach-Bachelor			
Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik - Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken - Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik - Kenntnis der wichtigsten Strukturaussagen über Modulformen, insbesondere Kenntnis der Algebra von Modulformen und der Theorie von Modulformen-Räumen - Kennenlernen von weiterführender Themen und Anwendungen von Modulformen, wie zum Beispiel Kennenlernen der Hecke-Theorie - Fähigkeit zur Anwendung der Theorie der Modulformen, beispielsweise auf Thetareihen ganzzahliger Gitter 			
Module contents	Stufe 1: Elliptische Modulgruppe, Eisensteinreihen, Algebra der Modulformen, die j-Funktion, elliptische Funktionen, Anwendung auf elliptische Kurven. Höhere Stufen: Kongruenzuntergruppen, Körper von Modulformen, Dimension von Modulformen-Räumen, Anwendung auf Thetareihen ganzzahliger Gitter, Hecke-Theorie.			
Reader's advisory	F. Diamond, J. Shurman: A first course in modular forms, Springer 2005. N. Koblitz: Introduction to elliptic curves and modular forms, Springer 1984. T. Miyake: Modular forms, Springer 2006. J.-P. Serre: A course in arithmetic, Springer 1978. G. Shimura: Introduction to the arithmetic theory of modular forms, Princeton University Press 1994.			
Links				
Languages of instruction	German, English			
Duration (semesters)	1 Semester			
Module frequency	unregelmäßig			
Module capacity	unlimited			
Reference text	Studienschwerpunkt: B			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge	ggf. Algebraische Kurven und Funktionen			
Examination	Time of examination	Type of examination		
Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit	KL		
Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		3.00	--	42 h
Exercises		1.00	--	14 h
Total time of attendance for the module				56 h

mat750 - Commutative Algebra

Module label	Commutative Algebra			
Module code	mat750			
Credit points	6.0 KP			
Workload	180 h			
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule 			
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Florian Heß ◦ Andreas Stein 			
Entry requirements				
Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik - Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken - Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik - Kenntnis von Grundbegriffen und Strukturaussagen der kommutativen Algebra - Beherrschen grundlegender Eigenschaften kommutativer Ringe - Fähigkeit zur Anwendung algebraischer oder homologischer Methoden zur Analyse von kommutativen Ringen - Verständnis von Konstruktionsmethoden von kommutativen Ringen und ihren Anwendungen 			
Module contents	Hilbertscher Basissatz, Quotientenringe und -moduln, assoziierte Primideale und Primärzerlegung, Hilbertscher Nullstellensatz, Elemente der homologischen Algebra, Ringe und Moduln endlicher Länge, Dimension und Hilbert-Samuel-Polynom, Gröbnerbasen und Anwendungen.			
Reader's advisory	M. Atiyah, I. McDonald: Introduction to Commutative Algebra, ABP 1994. D. Eisenbud: Commutative Algebra, Springer 1995. T. Becker and V. Weispfenning: Groebner Bases and Commutative Algebra, Springer 1993. E. Kunz: Einführung in die kommutative Algebra und algebraische Geometrie, Vieweg, 1997. H. Matsumura: Commutative Ring Theory, Benjamin 1980.			
Links				
Languages of instruction	German, English			
Duration (semesters)	1 Semester			
Module frequency	unregelmäßig			
Module capacity	unlimited			
Reference text	Studienschwerpunkt: B			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge	Inhalte der Algebra-Module im Fach-Bachelor werden vorausgesetzt.			
Examination	Time of examination		Type of examination	
Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit		KL	
Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		3.00	--	42 h
Exercises		1.00	--	14 h
Total time of attendance for the module				56 h

mat755 - Topics in Algebraic Geometry

Module label	Topics in Algebraic Geometry
Module code	mat755
Credit points	6.0 KP
Workload	180 h
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Florian Heß ◦ Andreas Stein

Entry requirements

Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik - Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken - Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik - Beherrschen von Themen der algebraischen Geometrie, wie zum Beispiel Grundlagen der Theorie der Varietäten und Schemata, Garbenkohomologie, algebraische Flächen und Schnitttheorie - Kennenlernen von fortgeschrittenen Themen in der aktuellen Forschung der algebraischen Geometrie und ihrer Anwendungen
---	--

Module contents	Themen der algebraischen Geometrie wie Grundlagen der Theorie der Varietäten und Schemata, affine und projektive Kurven, Garbenkohomologie, algebraische Flächen oder arithmetische Kurven, Riemann-Roch, Schnitttheorie, Desingularisierung Rationale Punkte auf algebraischen Varietäten.
------------------------	---

Reader's advisory	J. Milne: Algebraic Geometry. R. Hartshorne: Algebraic Geometry, Springer 1983. Q. Liu: Algebraic Geometry and Arithmetic Curves, Oxford University Press 2006. W. Fulton: Algebraic Curves, Addison Wesley 1989. S. Bosch: Algebraic Geometry and Comutative Algebra, Springer 2013.
--------------------------	--

Links	
Languages of instruction	German, English
Duration (semesters)	1 Semester
Module frequency	unregelmäßig
Module capacity	unlimited
Reference text	Studienschwerpunkt: B
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective

Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method

Vorkenntnisse / Previous knowledge

Examination	Time of examination	Type of examination
Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit	KL

Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		3.00	--	42 h
Exercises		1.00	--	14 h
Total time of attendance for the module				56 h

mat760 - Special Topics in Number Theory

Module label	Special Topics in Number Theory
Module code	mat760
Credit points	6.0 KP
Workload	180 h
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Florian Heß ◦ Andreas Stein

Entry requirements

Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik - Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken - Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik - Verständnis und Vertiefung weiterführender Konzepte der algebraischen Zahlentheorie, wie zum Beispiel Theorie der lokalen Körper, Zetafunktionen und L-Reihen und Kohomologie endlicher Gruppen - Kennenlernen von fortgeschrittenen Themen in der aktuellen Forschung der algebraischen Zahlentheorie und ihrer Anwendungen
---	--

Module contents	Vertiefung der Theorie der lokalen Körper, Kreisteilungskörper, Zetafunktionen und L-Reihen. Kohomologie endlicher Gruppen. Lokale und globale Klassenkörpertheorie, Ideale und Adele, Idelklassen. Aktuelle Forschungsthemen.
------------------------	--

Reader's advisory	E. Artin, J. Tate: Class field theory, American Math. Society 2009. J. W. Cassels, A. Fröhlich: Algebraic number theory, London Math. Society 2010. S. Lang: Algebraic number theory, Springer 1994. J. Neukirch: Algebraische Zahlentheorie, Springer 2007. J. Neukirch, A. Schmidt: Klassenkörpertheorie, Springer 2011. J. Neukirch, A. Schmidt, K. Wingberg: Cohomology of number fields, Springer 2008. J.-P. Serre: Local Fields, Springer 1980. L. Washington : Introduction to cyclotomic fields, Springer 1997. N. Koblitz: p-adic numbers, p-adic analysis, and zeta-functions, Springer 1984. Y. Manin and A. Panchishkin: Introduction to modern number theory - Fundamental problems, ideas and theories, Springer 2005.
--------------------------	---

Links	
Languages of instruction	German, English
Duration (semesters)	1 Semester
Module frequency	unregelmäßig
Module capacity	unlimited
Reference text	Studienschwerpunkt: B
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	
Vorkenntnisse / Previous knowledge	Algebraische Zahlentheorie wird vorausgesetzt. Inhalte der Algebra-Module im Fach-Bachelor werden vorausgesetzt.

Examination	Time of examination	Type of examination		
Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit	KL		
Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		3.00	--	42 h
Exercises		1.00	--	14 h
Total time of attendance for the module				56 h

mat765 - Computer Algebra

Module label	Computer Algebra
Module code	mat765
Credit points	6.0 KP
Workload	180 h
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Florian Heß ◦ Andreas Stein

Entry requirements

Skills to be acquired in this module

- Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik
- Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik
- Beherrschen wichtiger Verfahren und Algorithmen
- Fähigkeit zur Anwendung durch Implementierung konkreter Probleme und durch Beherrschung der gängigen Software
- Beherrschen der Analyse und Komplexität von Algorithmen
- Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik
- Abgrenzung zwischen dem spezifischen Teil einer Theorie und dem allgemeinen mathematischen Standard erkennen

- Verständnis und Vertiefung weiterführender Konzepte der Computeralgebra, wie zum Beispiel Gröbnerbasen, Gitteralgorithmen sowie fortgeschrittene Algorithmen in Zahlentheorie und algebraischer Geometrie
- Kenntnis fortgeschrittener algorithmischer Verfahren und ihrer Implementierung, sowohl in Computeralgebrasystemen wie zum Beispiel MAGMA und SAGE, als auch in Software-Paketen wie zum Beispiel NTL und FLINT
- Kennenlernen von weiterführenden Themen in der aktuellen Forschung der modernen Computeralgebra und ihrer Anwendungen.

Module contents Spezielle Themen der Computeralgebra wie effiziente Arithmetik mit Zahlen, Polynomen und Matrizen, Lösen von multivariaten polynomialen Gleichungssystemen, Gröbnerbasen, Gitteralgorithmen, Algorithmen in Zahlentheorie und algebraischer Geometrie, Anwendungen.

Reader's advisory J. Gathen and J. Gerhard: Modern computer algebra, Cambridge University Press, 2003.
D. Knuth: The Art of Computer Programming, Addison-Wesley 1998.
G.-M. Greuel, G. Pfister: A Singular Introduction to Commutative Algebra, Springer 2008.
W. Bosman and J. Cannon: Discovering Mathematics with Magma, Springer 2006.
Computational Algebra Group: The Magma Handbook.

Links

Languages of instruction	German, English
Duration (semesters)	1 Semester
Module frequency	unregelmäßig
Module capacity	unlimited
Reference text	Studienschwerpunkt: B
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective

Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method

Vorkenntnisse / Previous knowledge Algorithmische Zahlentheorie und Computeralgebra, Kommutative Algebra.
Inhalte der Algebra-Module im Fach-Bachelor werden vorausgesetzt.

Examination	Time of examination	Type of examination		
Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit	KL		
Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		3.00	--	42 h
Exercises		1.00	--	14 h
Total time of attendance for the module				56 h

mat770 - Seminar Algebra and Number Theory

Module label	Seminar Algebra and Number Theory	
Module code	mat770	
Credit points	6.0 KP	
Workload	180 h	
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule 	
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Andreas Stein ◦ Florian Heß 	
Entry requirements		
Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik - Erwerb von sozialen und beruflichen Kompetenzen, Schlüsselqualifikationen und Strategien zur Verhaltensänderung - Kompetenzen und Fähigkeiten in freier Rede, ausgewählten Gesprächstechniken und ausgewählten Moderations- und Präsentationstechniken - Vertiefte Kenntnis von und Fähigkeit im Umgang mit Informations- / Kommunikationstechnologien - Vertiefte Kenntnisse des Schreibens mathematisch-technischer Texte - Erwerb handlungsorientierter Fähigkeiten für die Kommunikation im beruflichen Alltag bei Präsentation, Vermittlung und Dokumentation von Inhalten - Erwerb direkt berufsbezogener inhaltlicher und prozessorientierter Kompetenzen - Fähigkeiten in Zeitmanagement und Organisation - Selbständige Beschäftigung mit einem ausgewählten Thema aus Algebra und Zahlentheorie und deren Anwendungen, unter anderem aus den Bereichen arithmetische Geometrie, algebraische Geometrie, Informationssicherheit, Computeralgebra - Erwerb von vertiefenden bzw. anwendungsorientierten Fähigkeiten in einem Teilbereich der Algebra und Zahlentheorie 	
Module contents	ausgewählte aktuelle Themen aus Algebra und Zahlentheorie	
Reader's advisory	je nach gewähltem Thema	
Links		
Languages of instruction	German, English	
Duration (semesters)	1 Semester	
Module frequency	regelmäßig	
Module capacity	unlimited	
Reference text	Studienschwerpunkt: B	
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)	
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method		
Vorkenntnisse / Previous knowledge		
Examination	Time of examination	Type of examination
Final exam of module	RE	
Course type	Seminar	
SWS	2.00	
Frequency	--	
Workload attendance	28 h	

mat775 - Analytic Number Theory

Module label	Analytic Number Theory
Module code	mat775
Credit points	6.0 KP
Workload	180 h
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Andreas Stein ◦ Florian Heß

Entry requirements

Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik - Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken - Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik - Beherrschen von Grundbegriffen und weiterführender Begriffe im Bereich der analytischen Zahlentheorie, insbesondere Dirichlet'sche Reihen, Thetareihen sowie verallgemeinerte Zeta- und L-Funktionen - Kennenlernen von weiterführenden Themen in der aktuellen Forschung der analytischen Zahlentheorie
---	--

Module contents	Dirichlet'sche Reihen, L-Reihen und Anwendungen (Primzahlen in Restklassen, analytische Klassenzahlformel), Thetareihen, Riemann'sche Zetafunktion (Funktionalgleichung, Nullstellen, Primzahlverteilung), andere Zeta- und L-Funktionen
------------------------	--

Reader's advisory	Jörg Brüdern, Einführung in die analytische Zahlentheorie, Springer 1995 Henri Cohen, Number Theory Vol.II: Analytic and modern tools, Springer 2007 Noam Elkies, Lecture notes for Math 259: Introduction to Analytic Number Theory Jürgen Neukirch, Algebraische Zahlentheorie (Kap.VII: Zetafunktionen und L-Reihen), Springer 2007 Jean-Pierre Serre, A course in arithmetic (Part II: Analytic methods), Springer 1973 Don Zagier, Zetafunktionen und quadratische Körper, Springer 1981
--------------------------	--

Links	
Languages of instruction	German, English
Duration (semesters)	1 Semester
Module frequency	regelmäßig
Module capacity	unlimited
Reference text	Studienschwerpunkt: B
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective

Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method

Vorkenntnisse / Previous knowledge

Examination	Time of examination	Type of examination		
Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit	KL		
Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		3.00	--	42 h
Exercises		1.00	--	14 h
Total time of attendance for the module				56 h

mat779 - Selected Topics in Algebra

Module label	Selected Topics in Algebra
Module code	mat779
Credit points	6.0 KP
Workload	180 h
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Florian Heß ◦ Andreas Stein

Entry requirements

Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik - Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken - Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter - Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik - Verständnis und Vertiefung weiterführender Konzepte der Algebra - Kennenlernen von fortgeschrittenen Themen in der aktuellen Forschung der Algebra und ihrer Anwendungen
---	---

Module contents	Vertiefende Themen der Algebra
Reader's advisory	wird je nach Thema bekanntgegeben.

Links

Languages of instruction	German, English
Duration (semesters)	1 Semester
Module frequency	unregelmäßig
Module capacity	unlimited
Reference text	Studienschwerpunkt: B
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective

Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method

Vorkenntnisse / Previous knowledge

Examination	Time of examination	Type of examination		
Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit	KL		
Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture	3 SWS Vorlesung + 1 SWS Übung oder 2 SWS Seminar	3.00	SuSe or WiSe	42 h
Seminar or exercise	3 SWS Vorlesung + 1 SWS Übung oder 2 SWS Seminar	1.00	SuSe or WiSe	14 h
Total time of attendance for the module				56 h

mat805 - Actuarial Mathematics I

Module label	Actuarial Mathematics I			
Module code	mat805			
Credit points	9.0 KP			
Workload	270 h			
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule 			
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Marcus Christiansen ◦ Angelika May ◦ Peter Ruckdeschel 			
Entry requirements				
Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik - Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken - Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter - Beherrschen wichtiger Verfahren und Algorithmen - Erwerb direkt berufsbezogener inhaltlicher und prozessorientierter Kompetenzen <ul style="list-style-type: none"> - Vermittlung der aktuariellen Methoden der Personen- und Schadenversicherungsmathematik <ul style="list-style-type: none"> - Querverbindungen: mat811, mat840 			
Module contents	Personenversicherungsmathematik: biometrische Risiken in stetiger Zeit, Deckungsrückstellungen, Thiele Gleichungen, Satz von Cantelli, Tarifierungsprinzipien und Überschüsse; Sachversicherungsmathematik: kollektives und individuelles Modell der Risikotheorie, Prämienkalkulationsprinzipien, Panjer-Rekursion; Rückversicherung, Grundzüge der Spätschadenreservierung, Anwendungen Verallgemeinerter Linearer Modelle in der Risikotheorie			
Reader's advisory	Koller, M. (2010): Stochastische Modelle in der Lebensversicherung. Springer-Verlag. Milbrodt, H., & Helbig, M. (1999): Mathematische Methoden der Personenversicherung. Walter de Gruyter. Milbrodt, H., & Röhrs, V. (2016): Aktuarielle Methoden der deutschen Privaten Krankenversicherung (Vol. 34). Verlag Versicherungswirtschaft. Kaas, R., Goovaerts, M., Dhaene, J., Denuit, M. (2001): Modern Actuarial Risk Theory. Kluwer, Dordrecht. Schmidt, K.D. (2009): Versicherungsmathematik. 3. Aufl., Springer, Dordrecht. Mikosch, T. (2009): Non-Life Insurance Mathematics. 2nd ed., Springer, Berlin. Radtke, M., Schmidt, K.D. (2004): Handbuch zur Schadenreservierung. VVW, Karlsruhe. de Jong, P., Heller, G.Z. (2008): Generalized Linear Models for Insurance Data. Cambridge Univ. Press, Cambridge.			
Links				
Languages of instruction	German, English			
Duration (semesters)	1 Semester			
Module frequency	regelmäßig			
Module capacity	unlimited			
Reference text	Studienschwerpunkt: C			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge	Stochastik I			
Examination	Time of examination		Type of examination	
Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit		KL	
Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		4.00	--	56 h
Exercises		2.00	--	28 h
Total time of attendance for the module				84 h

mat806 - Actuarial Mathematics II

Module label	Actuarial Mathematics II			
Module code	mat806			
Credit points	6.0 KP			
Workload	180 h			
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule 			
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Marcus Christiansen ◦ Angelika May ◦ Peter Ruckdeschel 			
Entry requirements				
Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik - Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken - Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter - Beherrschen wichtiger Verfahren und Algorithmen - Abgrenzung zwischen dem spezifischen Teil einer Theorie und dem allgemeinen mathematischen Standard erkennen - Vertiefungen von ausgewählten Themen der Versicherungsmathematik - Querverbindungen: Versicherungsmathematik I, Quantitatives Risikomanagement 			
Module contents	Fortgeschrittene Modellierungsansätze: z.B. Semi-Markov-Modelle, stochastische Rechnungsgrundlagen; Fortgeschrittene Methoden der Prämienberechnung und Risikobewertung: z.B. Credibility Theorie, zeitdynamische Risikomaße; Methoden der stochastischen Steuerung: z.B. optimale Versicherungsverträge, optimale Kapitalanlagen			
Reader's advisory	Møller, T., & Steffensen, M. (2007). Market valuation methods in life and pension insurance. Cambridge University Press. Bühlmann, H., & Gisler, A. (2006). A course in credibility theory and its applications. Springer Science & Business Media. Delong, ?. (2013). Backward stochastic differential equations with jumps and their actuarial and financial applications. London: Springer. Schmidli, H. (2007). Stochastic control in insurance. Springer Science & Business Media.			
Links				
Languages of instruction	German, English			
Duration (semesters)	1 Semester			
Module frequency	unregelmäßig			
Module capacity	unlimited			
Reference text	Studienschwerpunkt: C			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge	Versicherungsmathematik I			
Examination	Time of examination	Type of examination		
Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit	KL		
Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		3.00	SuSe or WiSe	42 h
Exercises		1.00	SuSe or WiSe	14 h
Total time of attendance for the module				56 h

mat810 - Quantitative Risk Management

Module label	Quantitative Risk Management			
Module code	mat810			
Credit points	9.0 KP			
Workload	270 h			
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule 			
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Marcus Christiansen ◦ Angelika May ◦ Peter Ruckdeschel 			
Entry requirements				
Skills to be acquired in this module	Students shall learn about fundamental mathematical concepts of modern risk management in the insurance industry.			
Module contents	Fundamentals of ruin theory, risk measures, modelling of dependent risks, fundamentals of Asset-Liability-Management, performance measures, mathematical and legislative foundations of the Solvency II process, statistical Monte Carlo methods, stochastic internal business models, allocation principles of risk capital.			
Reader's advisory	S. ASSMUSSEN (2000): Ruin Probabilities. World Scientific, Singapore R. DOFF (2007): Risk Management for Insurers. Risk Control, Economic Capital and Solvency II. RISK Books, London I. van LELYVELD (2006): Economic Capital Modelling. Concepts, Measurement and Implementation. RISK Books, London A.J. McNEIL, R. FREY, P.EMBRECHTS (2005): Quantitative Risk Management. Concepts, Techniques, Tools. Princeton Univ. Press, Princeton J. RANK (2007): Copulas. From Theory to Application in Finance. RISK Books, London R.Y. RUBINSTEIN, D.P. KROESE (2008): Simulation and the Monte Carlo Method. Wiley, Hoboken, N.J. A. SANDSTROM (2006): Solvency. Models, Assessment and Regulation. Chapman & Hall / CRC, Boca Raton.			
Links				
Languages of instruction	English , German			
Duration (semesters)	1 Semester			
Module frequency	im 2-Jahres-Zyklus			
Module capacity	unlimited			
Reference text	Studienschwerpunkt: C			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge				
Examination	Time of examination	Type of examination		
Final exam of module	in the first two weeks of the semester vacation	written or oral exam or solving of exercises		
Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		4.00	--	56 h
Exercises		2.00	--	28 h
Total time of attendance for the module				84 h

mat811 - Quantitative Risk Analysis

Module label	Quantitative Risk Analysis
Module code	mat811
Credit points	6.0 KP
Workload	180 h
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule
Contact person	<p>Module responsibility</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Marcus Christiansen ◦ Angelika May ◦ Peter Ruckdeschel
Entry requirements	
Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik - Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken - Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter - Beherrschen wichtiger Verfahren und Algorithmen - Abgrenzung zwischen dem spezifischen Teil einer Theorie und dem allgemeinen mathematischen Standard erkennen - Fähigkeit zur Anwendung durch Implementierung konkreter Probleme und durch Beherrschung der gängigen Software - Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik - Stochastische Risiken quantifizieren und mit Abhängigkeiten in den Daten umgehen können, Grundzüge des quantitativen Risikomanagements in Versicherungsunternehmen und Banken kennen und mathematisch einordnen können. - Die Studierenden lernen ein- und mehrdimensionale Risikomodelle kennen und bewerten diese, u.a. vor dem Hintergrund der aktuellen Aufsichtsregimes Solvency und Basel. - Querverbindungen: mat805, mat806, mat826, mat850
Module contents	Grundlagen der Risikomessung für Finanztitel und Schadenvariablen, Value-at-Risk, verteilungsbasierte Risikomaße für Einzelrisiken und Abhängigkeitsmodelle für Portfoliorisiken, Copulafamilien, semiparametrische Schätzverfahren
Reader's advisory	<p>M. AUER: Operationelles Risikomanagement bei Finanzinstituten. Risiken identifizieren, analysieren und steuern. Wiley-VCH, Weinheim 2008.</p> <p>M. BHATIA: An Introduction to Economic Capital. RISK Books, London 2009.</p> <p>C. BLUHM, L. OVERBECK, C. WAGNER: Introduction to Credit Risk Modeling. 2nd ed., Chapman & Hall /CRC, Boca Raton, 2010.</p> <p>P. CADONI: Internal Models and Solvency II. From Regulation to Implementation. RISK Books, London 2014.</p> <p>A.S. CHERNOBAI, S.T. RACHEV, F.J. FABOZZI: Operational Risk. A Guide to Basel II Capital requirements, Models, and Analysis. Wiley, N.Y. 2007.</p> <p>U. CHERUBINI, E. LUCIANO, W. VECCHIATO: Copula Methods in Finance. Wiley, Chichester 2004.</p> <p>C. COTTIN, S. DÖHLER: Risikoanalyse. Modellierung, Beurteilung und Management von Risiken mit Praxisbeispielen. Vieweg+Teubner, Wiesbaden 2009.</p> <p>R. DOFF: Risk Management for Insurers. Risk Control, Economic Capital and Solvency II. RISK Books, London 2007.</p> <p>P. EMBRECHTS (ED.): Extremes and Integrated Risk Management. RISK Books, London 2000.</p> <p>P. EMBRECHTS, C. KLÜPPELBERG, T. MIKOSCH: Modelling Extremal Events. Springer, Berlin 2001.</p> <p>C. FRANZETTI: Operational Risk Modelling and Management. Chapman & Hall /CRC, Boca Raton, 2011.</p> <p>G. HOFMANN (HRSG.): Basel III und MaRisk. Regulatorische Vorgaben, bankinterne Verfahren, Risikomanagement. Frankfurt School Verlag, Frankfurt 2011.</p> <p>G. KOLLER: Risk Modeling for Determining Value and Decision Making. Chapman & Hall /CRC, Boca Raton, 2000.</p> <p>S. KORYCIORZ: Sicherheitskapitalbestimmung und -allokation in der Schadenversicherung. Eine risikotheorietische Analyse auf der Basis des Value-at-Risk und des Conditional Value-at-Risk. Verlag Versicherungswirtschaft, Karlsruhe 2004.</p> <p>S. KOTZ, S. NADARAJAH: Extreme Value Distributions. Theory and Applications. Imperial College Press, London, 2000.</p> <p>M. KRIELE, J. WOLF: Value-Oriented Risk Management of Insurance Companies. Springer, Berlin 2014.</p> <p>J.F. MAI, M. SCHERER: Simulating Copulas. Stochastic Models, Sampling Algorithms, and Applications. Imperial College Press, London 2012.</p> <p>A.J. MCNEIL, R. FREY, P. EMBRECHTS: Quantitative Risk Management. Concepts ? Techniques ? Tools. Princeton University Press, Princeton 2005.</p> <p>A. MEUCCI: Risk and Asset Allocation. Springer, N.Y. 2005.</p> <p>R.B. NELSEN: An Introduction to Copulas. Springer, N.Y. 2006.</p> <p>J. RANK (ED.): Copulas. From Theory to Application in Finance. RISK Books, London 2007.</p> <p>R.D. REISS, M. THOMAS: Statistical Analysis of Extreme Values. With Applications to Insurance, Finance,</p>

Hydrology and Other Fields. Birkhäuser, Basel 2007.
 C.P. ROBERT, G. CASELLA: Monte Carlo Statistical Methods. 2nd ed., Springer, N.Y. 2004.

Links				
Languages of instruction		German, English		
Duration (semesters)		1 Semester		
Module frequency		unregelmäßig		
Module capacity		unlimited		
Reference text		Studienschwerpunkt: C		
Modullevel / module level		MM (Mastermodul / Master module)		
Modulart / typ of module		Wahlpflicht / Elective		
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge		Stochastik, Statistik		
Examination		Time of examination	Type of examination	
Final exam of module		nach Ende der Vorlesungszeit	KL	
Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		3.00	SuSe and WiSe	42 h
Exercises		1.00	SuSe or WiSe	14 h
Total time of attendance for the module				56 h

mat816 - Quantitative Risk Analysis

Module label	Quantitative Risk Analysis			
Module code	mat816			
Credit points	6.0 KP			
Workload	180 h			
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule 			
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Marcus Christiansen ◦ Angelika May ◦ Peter Ruckdeschel 			
Entry requirements				
Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik - Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken - Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter - Beherrschen wichtiger Verfahren und Algorithmen - Die Vorlesung vermittelt die Grundlagen der Theorie der stochastischen Prozesse. - Querverbindungen: Stochastische Finanzmarktmodelle, Versicherungsmathematik II, Stochastische Analysis 			
Module contents	Stochastische Prozesse, Satz von Daniell?Kolmogorov, Martingale, Stoppzeiten, Markov?Ketten, Markovsche Sprungprozesse, Kolmogorovsche Gleichungen, Poisson?Prozess, Wiener?Prozess, Poissonsche Punktprozesse, Ito?Integral, Ito?Prozesse, Stochastische Differentialgleichungen, Feynman?Kac Formel, Simulation			
Reader's advisory	Klenke, A.: Probability Theory. Springer, 2006. Kallenberg, O.: Foundations of Modern Probability. Springer, 2002. Protter, P.E.: Stochastic Integration and Differential Equations. Springer, 2005. Kloeden, P. E., Platen, E., Schurz, H.: Numerical solution of SDE through computer experiments. Springer, 2012.			
Links				
Languages of instruction	German, English			
Duration (semesters)	1 Semester			
Module frequency	unregelmäßig			
Module capacity	unlimited			
Reference text	Studienschwerpunkt: C			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge	Stochastik I			
Examination	Time of examination		Type of examination	
Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit		KL	
Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		3.00	SuSe or WiSe	42 h
Exercises		1.00	SuSe or WiSe	14 h
Total time of attendance for the module				56 h

mat820 - Stochastic Analysis and continuous-time Financial Mathematics

Module label	Stochastic Analysis and continuous-time Financial Mathematics			
Module code	mat820			
Credit points	6.0 KP			
Workload	180 h			
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule 			
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Marcus Christiansen ◦ Angelika May ◦ Peter Ruckdeschel 			
Entry requirements				
Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik - Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken - Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter - Beherrschen wichtiger Verfahren und Algorithmen - Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik - Abgrenzung zwischen dem spezifischen Teil einer Theorie und dem allgemeinen mathematischen Standard erkennen - Stochastische Integration in allgemeinem Kontext verstehen und anwenden können - Querverbindungen: mat816, mat857 			
Module contents	Diffusionsprozesse, Ito Kalkül, Sprungdiffusionsmodelle, Semimartingale und Darstellungssätze, Hedgingstrategien			
Reader's advisory	Björk: Arbitrage Theory in Continuous Time, Mikosch: Elementary Stochastic Calculus with Finance in View, World Scientific, 1998. Deck: Der Ito-Kalkül, Springer, 2006. Öksendal: Stochastic Differential Equations, Springer, 6th edition, 2010 Kallsen: Semimartingale Modelling in Finance			
Links				
Languages of instruction	German, English			
Duration (semesters)	1 Semester			
Module frequency	unregelmäßig			
Module capacity	unlimited			
Reference text	Studienschwerpunkt: C			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge	Stochastik I			
Examination	Time of examination	Type of examination		
Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit	KL		
Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		3.00	--	42 h
Exercises		1.00	--	14 h
Total time of attendance for the module				56 h

mat825 - Stochastic Processes and Finance

Module label	Stochastic Processes and Finance			
Module code	mat825			
Credit points	9.0 KP			
Workload	270 h			
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule 			
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Marcus Christiansen ◦ Angelika May ◦ Peter Ruckdeschel 			
Entry requirements				
Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik - Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken - Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter - Beherrschen wichtiger Verfahren und Algorithmen - Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch sowohl breite als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik - Abgrenzung zwischen dem spezifischen Teil einer Theorie und dem allgemeinen mathematischen Standard erkennen - Finanzmathematik in stetiger Zeit über stochastische Prozesse verstehen und modellieren können - Querverbindungen: mat805, mat850, mat857 			
Module contents	Interest rates, zero coupon bonds, price formula, numeraire, financial instruments, term structure, underlyings and financial derivatives, financial market, no free lunch condition, options of European and American type, binomial model by Cox, Ross and Rubinstein, price formula for simple options; Conditional expectation, martingales in discrete time, Brownian motion; stochastic interest rate models, Black-Scholes model, Black-Scholes formula and PDE; Affine term structures, Forward rates, Futures and Forwards			
Reader's advisory	Albrecher, Binder, Mayer: Einführung in die Finanzmathematik, Birkhäuser, 2009 Kellerhals, Asset Pricing, Springer, 2004 Brzezniak, Zastawniak: Basic Stochastic Processes, Springer SUMS, 1999 Koch, Medina, Merino: Mathematical Finance and Probability, Birkhäuser, 2003 Etheridge, A Course in Financial Calculus, Cambridge Univ. Press, 2002			
Links				
Languages of instruction	English , German			
Duration (semesters)	1 Semester			
Module frequency	unregelmäßig			
Module capacity	unlimited			
Reference text	Studienschwerpunkt: C			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge	Stochastik I			
Examination	Time of examination		Type of examination	
Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit		KL	
Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		3.00	--	42 h
Exercises		1.00	--	14 h
Seminar		2.00	--	28 h
Total time of attendance for the module				84 h

mat826 - Statistics of Financial Markets

Module label	Statistics of Financial Markets			
Module code	mat826			
Credit points	6.0 KP			
Workload	180 h			
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule 			
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Marcus Christiansen ◦ Angelika May ◦ Peter Ruckdeschel 			
Entry requirements				
Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik - Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter - Beherrschen wichtiger Verfahren und Algorithmen - Erwerb direkt berufsbezogener inhaltlicher und prozessorientierter Kompetenzen - Die Studierenden lernen Zeitreihenmodelle kennen, wenden diese auf Finanzdaten an und können verschiedenen Risiken statistisch modellieren und quantifizieren. - Querverbindungen: mat810, mat820, mat839, mat843 			
Module contents	als Obermenge zu verstehen; Akzentuierung durch Dozent möglich <ul style="list-style-type: none"> - EDA (auch für Zeitreihen); - zeitdiskrete Modelle: CAPM; Irrfahrt; - Grundmodelle der Zeitreihenanalyse: ARMA und GARCH; Stationaritätstests - Berechnungsverfahren zu VaR: historische Simulation und Wurzel-T-Regel; Delta-Methode und VaR für Optionen mit glattem Payoff - Volatilitätsmessung; Volatilitätsrisiko; - Kreditrisiko; Rating 			
Reader's advisory	Franke, J., Härdle, W., Hafner, C.M. Einführung in die Statistik der Finanzmärkte. Alexander, C. Market models: a guide to financial data analysis, Wiley. Albrecht, P. and Raimond M. Investment- und Risikomanagement, Schäffer Poeschel. Hull. Risk Management and Financial Institutions, Wiley. Ruppert, D. Statistics and finance: An introduction, Springer. Ruppert, D. Statistics and data analysis for financial engineering, Springer. Tukey, J.W. Exploratory data analysis.			
Links				
Languages of instruction	German, English			
Duration (semesters)	1 Semester			
Module frequency	unregelmäßig			
Module capacity	unlimited			
Reference text	Studienschwerpunkt: C			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge	Stochastik I, Statistik I, Grundlagen der Versicherungs- und Finanzmathematik			
Examination	Time of examination		Type of examination	
Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit		KL	
Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		3.00	--	42 h
Exercises		1.00	--	14 h
Total time of attendance for the module				56 h

mat830 - Linear Models / Regression

Module label	Linear Models / Regression			
Module code	mat830			
Credit points	6.0 KP			
Workload	180 h			
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule 			
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Marcus Christiansen ◦ Angelika May ◦ Peter Ruckdeschel 			
Entry requirements				
Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik - Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter - Beherrschen wichtiger Verfahren und Algorithmen - Erwerb direkt berufsbezogener inhaltlicher und prozessorientierter Kompetenzen <p>- Die Studierenden lernen grundlegende Konzepte für lineare Modelle kennen, können diese auf verschiedene statistische Fragen anwenden, die zugrundeliegenden Annahmen kritisch überprüfen oder geeignete Korrekturverfahren anwenden.</p> <p>- Querverbindungen: mat839, mat843, mat835, maschinelles Lernen</p>			
Module contents	Lineare Einfachregression, multiple Regression, Kleinste-Quadrate-Schätzung, Eigenschaften des KQ-Schätzers, Modellierung kategorialer und metrischer Einflussgrößen, Modelldiagnose, Modellwahl, Variablenselektion, allgemeine lineare Modelle, generalisierte lineare Modelle			
Reader's advisory	Fahrmeir, Kneib & Lang (2009): Regression - Modelle, Methoden und Anwendungen, Springer. Rawlings, Pantula & Dickey (1998). Applied Regression Analysis: A Research Tool, Springer Verlag. Schmidt, Trenkler (2006). Einführung in die moderne Matrix-Algebra, Springer Verlag. Ligges (2008). Programmieren mit R, Springer Verlag.			
Links				
Languages of instruction	German, English			
Duration (semesters)	1 Semester			
Module frequency	regelmäßig (in Kooperation mit Universität Bremen)			
Module capacity	unlimited			
Reference text	Studienschwerpunkt: C			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge	Stochastik I, Statistik I, Statistik II			
Examination	Time of examination		Type of examination	
Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit		KL	
Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		3.00	--	42 h
Exercises		1.00	--	14 h
Total time of attendance for the module				56 h

mat835 - Generalized Regression

Module label	Generalized Regression			
Module code	mat835			
Credit points	6.0 KP			
Workload	180 h			
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule 			
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Marcus Christiansen ◦ Angelika May ◦ Peter Ruckdeschel 			
Entry requirements				
Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik - Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter - Beherrschen wichtiger Verfahren und Algorithmen - Fähigkeit zur Anwendung durch Implementierung konkreter Probleme und durch Beherrschung der gängigen Software - Abgrenzung zwischen dem spezifischen Teil einer Theorie und dem allgemeinen mathematischen Standard erkennen - Die Studierenden erweitern ihre Kenntnisse zur Regressionsmodellierung und können komplexe Datenstrukturen analysieren. - Querverbindungen: mat830, Statistik II (Modul an Universität Bremen) 			
Module contents	generalisierte lineare Modelle für Exponentialfamilien, multivariate generalisierte lineare Modelle, multinomiale Modelle, ordinale Modelle, sequentielle Modelle, Modelle mit zufälligen Effekten, semiparametrische Regression, Quantilregression			
Reader's advisory	Fahrmeir, Kneib & Lang (2009): Regression - Modelle, Methoden und Anwendungen, Springer. Fahrmeir & Tutz (2001): Multivariate Statistical Modelling Based on Generalized Linear Models, Springer. Koenker (2005): Quantile Regression, Cambridge University Press. Verbeke & Molenberghs (2009): Linear Mixed Models for Longitudinal Data, Springer.			
Links				
Languages of instruction	German, English			
Duration (semesters)	1 Semester			
Module frequency	regelmäßig (in Kooperation mit Universität Bremen)			
Module capacity	unlimited			
Reference text	Studienschwerpunkt: C			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge	Stochastik I, Statistik I, Statistik II			
Examination	Time of examination		Type of examination	
Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit		SA	
Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		3.00	--	42 h
Exercises		1.00	--	14 h
Total time of attendance for the module				56 h

mat837 - Extreme Value Statistics and Applications

Module label	Extreme Value Statistics and Applications			
Module code	mat837			
Credit points	6.0 KP			
Workload	180 h			
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Environmental Modelling (Master) > Mastermodule • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule 			
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Marcus Christiansen ◦ Angelika May ◦ Peter Ruckdeschel 			
Entry requirements				
Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik - Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken - Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter - Beherrschen wichtiger Verfahren und Algorithmen - Fähigkeit zur Anwendung durch Implementierung konkreter Probleme und durch Beherrschung der gängigen Software - Die Studierenden lernen die Grenzwertsätze der Extremwertstatistik und die dazu gehörigen statistischen Verfahren kennen und können diese in realen Datensituationen anwenden. - Querverbindungen: mat315, mat826, mat843, mat805 (bzw. Versicherungsmathematik I im neuen System) 			
Module contents	als Obermenge zu verstehen; Akzentuierung durch Dozent möglich: <ul style="list-style-type: none"> - Maxima: GEVD und Eigenschaften, Fisher-Tippet-Gnedenko-Thm / Attraktionsbereiche, BlockMaxima - Schwellüberschreitungen: GPD und Eigenschaften; Pickands-Balkema-deHaan Thm; Hill Schätzer - Punktprozesse: der Poissonprozess; Verbindung zur Exponentialvtg; Relevanz in EVT - Diagnostik: Mean-Excess Plot, Return Level Plot, Extremal-Index 			
Reader's advisory	Coles, S., et al. An introduction to statistical modeling of extreme values, Springer. Embrechts, P, Klüppelberg, C., Mikosch, T. Modelling extremal events: for insurance and finance, Springer. McNeil, A.J., Frey, R., Embrechts, P. Quantitative risk management: concepts, techniques, and tools, Princeton university press. Reiss, R-D., Thomas, M. Statistical analysis of extreme values, Birkhäuser.			
Links				
Languages of instruction	German, English			
Duration (semesters)	1 Semester			
Module frequency	unregelmäßig			
Module capacity	unlimited			
Reference text	Studienschwerpunkt: C			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge	Stochastik I, Statistik I			
Examination	Time of examination		Type of examination	
Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit		KL	
Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		3.00	--	42 h
Exercises		1.00	--	14 h
Total time of attendance for the module				56 h

mat839 - Time Series Models resp. State Space Models

Module label	Time Series Models resp. State Space Models			
Module code	mat839			
Credit points	6.0 KP			
Workload	180 h			
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Environmental Modelling (Master) > Mastermodule • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule 			
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Marcus Christiansen ◦ Angelika May ◦ Peter Ruckdeschel 			
Entry requirements				
Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik - Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter - Beherrschen wichtiger Verfahren und Algorithmen - Erwerb direkt berufsbezogener inhaltlicher und prozessorientierter Kompetenzen <p>- Die Studierenden lernen Grundbegriffe der Zeitreihenanalyse kennen, kennen wichtige Modelle und können diese an Daten anpassen.</p> <p>- Querverbindungen: mat315, mat826</p>			
Module contents	als Obermenge zu verstehen; Akzentuierung durch Dozent möglich: <ul style="list-style-type: none"> - Autokovarianz und partielle Autokovarianz - Stationarität und Ergodizität; - Sätze von Herglotz und Bochner; Spektralmaß eines stationären Prozesses; - ARIMA Modelle; Zustandsraummodelle; GARCH Modelle - Schätzung und Inferenz - Kalman Filter und Glätter; EM-Algorithmus 			
Reader's advisory	Durbin, J., Koopman, S.J.: Time series analysis by state space methods, Oxford University Press. Brockwell, P.J., Davis, R.A.: Time series: theory and methods, Springer. Brockwell, P.J., Davis, R.A.: Introduction to time series and forecasting. Hamilton, J.D.: Time series analysis, Princeton university press. Schlittgen, R., Streitberg, B.: Zeitreihenanalyse, Oldenbourg.			
Links				
Languages of instruction	German, English			
Duration (semesters)	1 Semester			
Module frequency	unregelmäßig			
Module capacity	unlimited			
Reference text	Studienschwerpunkt: C			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge	Stochastik I, Statistik I			
Examination	Time of examination	Type of examination		
Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit	KL		
Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		3.00	--	42 h
Exercises		1.00	--	14 h
Total time of attendance for the module				56 h

mat840 - Monte Carlo Methods

Module label	Monte Carlo Methods			
Module code	mat840			
Credit points	6.0 KP			
Workload	180 h			
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule 			
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Marcus Christiansen ◦ Angelika May ◦ Peter Ruckdeschel 			
Entry requirements				
Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik - Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter - Beherrschen wichtiger Verfahren und Algorithmen - Die Studierenden erlernen mathematische Techniken zur virtuellen Simulation von Vorgängen mit stochastischem Charakter, vor allem an praxisnahen Anwendungsbeispielen aus der Versicherungs- und Finanzmathematik. - Querverbindungen: mat810, mat849 			
Module contents	Zufallszahlengeneratoren, Zufallszahlen mit vorgegebener Verteilung, Simulation von mehrdimensionalen Verteilungen, Simulation von Markov-Ketten und -Prozessen (insbesondere simulative Lösung stochastischer Differenzialgleichungen), Konzeption und Aufbau interner Risikomodelle.			
Reader's advisory	D. DIERS (2007): Interne Unternehmensmodelle in der Schaden- und Unfallversicherung. ifa, Ulm. M. KOLONKO (2008): Stochastische Simulation. Grundlagen, Algorithmen und Anwendungen, Vieweg + Teubner, Wiesbaden. C. LEMIEUX (2009): Monte Carlo and Quasi-Monte Carlo Sampling, Springer, N.Y. R.Y. RUBINSTEIN, D.P. KROESE (2008): Simulation and the Monte Carlo Method. Wiley, Hoboken, N.J. Links			
Links				
Languages of instruction	German, English			
Duration (semesters)	1 Semester			
Module frequency	unregelmäßig			
Module capacity	unlimited			
Reference text	Studienschwerpunkt: C			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge	Stochastik I			
Examination	Time of examination	Type of examination		
Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit	KL		
Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		3.00	--	42 h
Exercises		1.00	--	14 h
Total time of attendance for the module				56 h

mat843 - Elements of Multivariate Statistics

Module label	Elements of Multivariate Statistics			
Module code	mat843			
Credit points	6.0 KP			
Workload	180 h			
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Environmental Modelling (Master) > Mastermodule • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule 			
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Angelika May ◦ Marcus Christiansen ◦ Peter Ruckdeschel 			
Entry requirements				
Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik - Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken - Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter - Beherrschen wichtiger Verfahren und Algorithmen <ul style="list-style-type: none"> - Die Studierenden beherrschen die multivariate Normalverteilung, lernen andere multivariate Verteilungen kennen und können Hauptkomponenten- und Faktoranalyse auf Daten anwenden und interpretieren. <ul style="list-style-type: none"> - Querverbindungen: mat315, mat810 			
Module contents	als Obermenge zu verstehen; Akzentuierung durch Dozent möglich: <ul style="list-style-type: none"> - Wiederholung: Eigenwertzerlegung, Singulärwertzerlegung; - Operationen für Multivariate Daten: Selektion und Projektion - die multivariate Normalverteilung; Eigenschaften - Verteilungen: Wishart, Wilks Lambda, Hotelling T - klassische Modelle: Hauptkomponentenanalyse, Faktoranalyse, Diskriminanzanalyse, Clustering, Korrespondenzanalyse, Kanonische Korrelation, Multidimensional Scaling, Conjoint Analyse 			
Reader's advisory	Härdle, W., Simar, L.: Applied multivariate statistical analysis, Springer. Benzécri, JP, Bellier, L.: L'analyse des données, Dunod. Jolliffe, I.: Principal component analysis, Wiley. Mardia, KV, Kent, JT, Bibby, JM.: Multivariate analysis, Academic press.			
Links				
Languages of instruction	German, English			
Duration (semesters)	1 Semester			
Module frequency	unregelmäßig			
Module capacity	unlimited			
Reference text	Studienschwerpunkt: C			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge				
Examination	Time of examination		Type of examination	
Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit		KL	
Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		3.00	--	42 h
Exercises		1.00	--	14 h
Total time of attendance for the module				56 h

mat845 - Spatial Statistics

Module label	Spatial Statistics			
Module code	mat845			
Credit points	6.0 KP			
Workload	180 h			
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule 			
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Marcus Christiansen ◦ Angelika May ◦ Peter Ruckdeschel 			
Entry requirements				
Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik - Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter - Beherrschen wichtiger Verfahren und Algorithmen - Fähigkeit zur Anwendung durch Implementierung konkreter Probleme und durch Beherrschung der gängigen Software - Abgrenzung zwischen dem spezifischen Teil einer Theorie und dem allgemeinen mathematischen Standard erkennen - Erwerb direkt berufsbezogener inhaltlicher und prozessorientierter Kompetenzen - Die Studierenden lernen grundlegende räumliche stochastische Prozesse kennen und können mit diesen statistisch umgehen und sie auf konkrete Probleme anwenden. - Querverbindungen: mat315, mat 843, mat830 			
Module contents	Räumliche stochastische Prozesse, Gauß-Prozesse, Variogramm, Korrelogramm, Stationarität, Isotropie, Kriging, Oberflächenschätzung, Markov-Zufallfelder, Räumliche Punktprozesse, Intensitätsfunktion, Poisson-Prozesse, Cox-Prozesse, zufällige Mengen, stochastische Geometrie			
Reader's advisory	Banerjee, Carlin & Gelfand (2003): Hierarchical Modelling and Analysis of Spatial Data, Chapman & Hall / CRC. Cressie (2001): Spatial Statistics, Wiley, New York. Diggle & Ribeiro (2007): Model-based Geostatistics, Springer, New York. Schabenberger & Gotway (2005): Statistical Methods for Spatial Data Analysis, Chapman & Hall / CRC. Rue & Held (2005): Gaussian Markov Random Fields, Chapman & Hall / CRC, Boca Raton, FL. Møller (2003): Spatial Statistics and Computational Methods. Lecture Notes in Statistics 173, Springer, New York. Møller & Waagepetersen (2003): Statistical inference and simulation for spatial point processes, Chapman and Hall/CRC, Florida.			
Links				
Languages of instruction	German, English			
Duration (semesters)	1 Semester			
Module frequency	unregelmäßig			
Module capacity	unlimited			
Reference text	Studienschwerpunkt: C			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge	Stochastik I, Statistik I			
Examination	Time of examination	Type of examination		
Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit	KL		
Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		3.00	--	42 h
Exercises		1.00	--	14 h
Total time of attendance for the module				56 h

mat847 - Elements of Exploratory Data Analysis, Robust Statistics, and Diagnostics

Module label	Elements of Exploratory Data Analysis, Robust Statistics, and Diagnostics			
Module code	mat847			
Credit points	6.0 KP			
Workload	180 h			
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Environmental Modelling (Master) > Mastermodule • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule 			
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Marcus Christiansen ◦ Angelika May ◦ Peter Ruckdeschel 			
Entry requirements				
Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik - Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter - Beherrschen wichtiger Verfahren und Algorithmen - Fähigkeit zur Anwendung durch Implementierung konkreter Probleme und durch Beherrschung der gängigen Software - Beherrschen der Analyse und Komplexität von Algorithmen - Erwerb direkt berufsbezogener inhaltlicher und prozessorientierter Kompetenzen <p>- Die Studierenden lernen die zentralen Konzepte, Argumente und Verfahren der explorativen Datenanalyse und der robusten Statistik kennen und können diese in R anwenden.</p> <p>- Querverbindungen: mat315, mat330, mat350, mat525, mat530</p>			
Module contents	als Obermenge zu verstehen; Akzentuierung durch Dozent möglich: <ul style="list-style-type: none"> - Konzepte der graphischen Datenanalyse - Konzepte der interaktiven Datenanalyse - Begriffe, Werkzeuge und Schlussweisen der robusten Statistik - Umgebungen, Influenzkurve, Maxbiaskurve, Gross Error Sensitivity - Bruchpunkt, Minimax-Ansätze, Robuste Optimalität - Beispiele robuster Verfahren für Lokation, Skala, Kovarianzen, Regression - auf robusten Verfahren basierende Diagnostik 			
Reader's advisory	Hampel, F.M., Ronchetti, E.M., Rousseeuw, P.J., Stahel, W.A.: Robust Statistics: the approach based on influence functions, Wiley. Huber, P.J.: Robust Statistics, Wiley. Rieder, H.: Robust Asymptotic Statistics, Springer. Rousseeuw, P.J., Leroy A.M.: Robust regression and outlier detection, Wiley. Tukey, J.W.: Exploratory Data Analysis 6.			
Links				
Languages of instruction	German, English			
Duration (semesters)	1 Semester			
Module frequency	unregelmäßig			
Module capacity	unlimited			
Reference text	Studienschwerpunkt: C			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge	Stochastik I, Statistik I			
Examination	Time of examination		Type of examination	
Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit		KL	
Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		3.00	--	42 h
Exercises		1.00	--	14 h
Total time of attendance for the module				56 h

mat849 - Statistical Algorithms

Module label	Statistical Algorithms			
Module code	mat849			
Credit points	6.0 KP			
Workload	180 h			
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Environmental Modelling (Master) > Mastermodule • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule 			
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Marcus Christiansen ◦ Angelika May ◦ Peter Ruckdeschel 			
Entry requirements				
Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik - Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter - Beherrschen wichtiger Verfahren und Algorithmen - Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch breite, als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik - Erwerb direkt berufsbezogener inhaltlicher und prozessorientierter Kompetenzen - Die Studierenden lernen wichtige Algorithmen und deren Implementation in Standard-Software kennen und können diese anwenden. - Querverbindungen: mat840, mat705, mat730, mat843 			
Module contents	als Obermenge zu verstehen; Akzentuierung durch Dozent möglich: <ul style="list-style-type: none"> - Prinzipien zur Zufallszahlenerzeugung - Monte-Carlo Techniken: antithetische/Kontrollvariante, Rejection Sampling, Multilevel - Projection Pursuite - MCMC, Gibbs Sampling - Simulated Annealing - verschiedene Varianten des Bootstrap / subsampling - Regressionsbäume / CART - MARS - Ensemble Methoden: Bagging, Boosting 			
Reader's advisory	Dietterich, T.G.: Ensemble methods in machine learning. Multiple classifier systems. Efron, B, Tibshirani, R.J.: An introduction to the bootstrap. Hall, P.: The bootstrap and Edgeworth expansion. Hastie, T., Tibshirani, R., Friedman, J.: The elements of statistical learning. Ripley, B.D.: Stochastic Simulation.			
Links				
Languages of instruction	German, English			
Duration (semesters)	1 Semester			
Module frequency	unregelmäßig			
Module capacity	unlimited			
Reference text	Studienschwerpunkt: C			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge	Stochastik I, Statistik I, Statistik II			
Examination	Time of examination		Type of examination	
Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit		KL	
Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		3.00	--	42 h
Exercises		1.00	--	14 h
Total time of attendance for the module				56 h

mat850 - Asset Liability Management

Module label	Asset Liability Management			
Module code	mat850			
Credit points	6.0 KP			
Workload	180 h			
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule 			
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Marcus Christiansen ◦ Angelika May ◦ Peter Ruckdeschel 			
Entry requirements				
Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik - Beherrschen wichtiger Verfahren und Algorithmen - Erwerb direkt berufsbezogener inhaltlicher und prozessorientierter Kompetenzen <ul style="list-style-type: none"> - Grundlagen der integrierten quantitativen Behandlung von Aktiv- und Passivseite im Versicherungsunternehmen verstehen und Standardmodelle kennenlernen <ul style="list-style-type: none"> - Querverbindungen: mat825, mat857, mat810 			
Module contents	ALM als Prozess im Unternehmen, Anforderungen aus Aufsichtsrecht, Gesamtverband, Aktuarvereinigung: Grund- und Standardmodelle für Versicherungen; Modelle, Kennzahlen, Stresstests, Szenarien, Projektionsrechnung, Valuation Portfolio			
Reader's advisory	Fachausschuss Finanzmathematik (Hrsg.): Investmentmodelle für das Asset Liability Modelling von Versicherungsunternehmen, VVW Karlsruhe, 2002. Mummenhoff: Analyse des deutschen Standardmodells für Lebensversicherer unter Solvency II, ifa Ulm, 2007. Möller, Steffensen: Market-Valuation Methods in Life and Pension Insurance, Cambridge, 2007/08. Dickson, Hardy, Waters: Actuarial Mathematics for Life Contingent Risks, Cambridge, 2009.			
Links				
Languages of instruction	German, English			
Duration (semesters)	1 Semester			
Module frequency	unregelmäßig			
Module capacity	unlimited			
Reference text	Studienschwerpunkt: C			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge	Stochastik I, Versicherungsmathematik I			
Examination	Time of examination	Type of examination		
Final exam of module	KM: nach Ende der Vorlesungszeit	KL		
Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		2.00	--	28 h
Seminar		2.00	--	28 h
Total time of attendance for the module				56 h

mat857 - Stochastic Models in Finance

Module label	Stochastic Models in Finance			
Module code	mat857			
Credit points	6.0 KP			
Workload	180 h			
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule 			
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Marcus Christiansen ◦ Angelika May ◦ Peter Ruckdeschel 			
Entry requirements				
Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik - Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken - Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter - Erwerb direkt berufsbezogener inhaltlicher und prozessorientierter Kompetenzen - Grundzüge der fairen Bepreisung im arbitragefreien Markt für derivative Finanzinstrumente kennen und anwenden können - Querverbindungen: mat811, mat816, mat815, mat820 			
Module contents	Zeitstetige Finanzmathematik (arbitragefreie Preise für Finanzderivaten): Einführung in stochastische Differenziale und Integrale; zeitstetiges Marktmodell und Black Scholes Modell, arbitragefreie Preise: äquivalentes Martingalmaß und bedingte Erwartung, vollständige Märkte, stochastische Zinsmodelle (Vasicek, Cox Ross Rubinstein), Zinsderivate; optional: allgemeine Hedgingstrategien, Ausblick auf Levy Prozesse			
Reader's advisory	BJÖRK, Tomas: Arbitrage Theory in Continuous Time, Oxford Finance Series, 2009. ETHERIDGE, Alison: A Course in Financial Calculus, Cambridge University Press, 2011. SANDMANN, Klaus: Einführung in die Stochastik der Finanzmärkte, Springer Verlag Berlin, 2009.			
Links				
Languages of instruction	German, English			
Duration (semesters)	1 Semester			
Module frequency	regelmäßig			
Module capacity	unlimited			
Reference text	Studienschwerpunkt: C			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge	Stochastik I			
Examination	Time of examination		Type of examination	
Final exam of module	am Ende der Vorlesungszeit		KL	
Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		3.00	SuSe or WiSe	42 h
Exercises		1.00	SuSe or WiSe	14 h
Total time of attendance for the module				56 h

mat860 - Advanced Topics in Stochastic Modelling

Module label	Advanced Topics in Stochastic Modelling			
Module code	mat860			
Credit points	6.0 KP			
Workload	180 h			
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule 			
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Marcus Christiansen ◦ Angelika May ◦ Peter Ruckdeschel 			
Entry requirements				
Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik - Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter - Beherrschen wichtiger Verfahren und Algorithmen - Die Studierenden lernen spezialisierte Teilgebiete der Stochastik/Statistik kennen, die im Rahmen der mathematischen Modellierung moderne Anwendungsbezüge aufweisen. 			
Module contents	unterschiedlich			
Reader's advisory	je nach Bedarf			
Links				
Languages of instruction	German, English			
Duration (semesters)	1 Semester			
Module frequency	unregelmäßig			
Module capacity	unlimited			
Reference text	Studienschwerpunkt: C			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge				
Examination	Time of examination		Type of examination	
Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit		KL	
Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		3.00	--	42 h
Exercises		1.00	--	14 h
Total time of attendance for the module				56 h

mat865 - Advanced Topics in Statistics

Module label	Advanced Topics in Statistics			
Module code	mat865			
Credit points	6.0 KP			
Workload	180 h			
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule 			
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Marcus Christiansen ◦ Angelika May ◦ Peter Ruckdeschel Module counseling <ul style="list-style-type: none"> ◦ Kornelius Rohmeyer 			
Entry requirements				
Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik - Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter - Erwerb direkt berufsbezogener inhaltlicher und prozessorientierter Kompetenzen <p>- In dieser Vorlesung wird ein aktuelles, fortgeschrittenes Themengebiet der Angewandten Statistik behandelt. Die Studierenden erwerben damit über den üblichen Kanon statistischer Verfahren hinausgehendes Spezialwissen sowie die Fähigkeit, sich solches Wissen anzueignen und in praktischen Analysen einzusetzen.</p>			
Module contents	als Obermenge zu verstehen; Akzentuierung durch Dozent möglich <ul style="list-style-type: none"> • Ordinationsverfahren • Diversitätsmaße • Generalisierte Lineare Modelle • Multilevel Modelle • Monte Carlo 			
Reader's advisory	Benjamin M. Bolker: "Ecological Models and Data in R", Princeton University Press. M. Henry Stevens: "A Primer of Ecology with R", Springer. J. Andrew Royle, Robert M. Dorazio: "Hierarchical Modeling and Inference in Ecology: The Analysis of Data from Populations, Metapopulations and Communities", Academic Press. Alain Zuur et al.: "Mixed effects models and extensions in ecology with R", Springer.			
Links				
Languages of instruction	German, English			
Duration (semesters)	1 Semester			
Module frequency	unregelmäßig			
Module capacity	unlimited			
Reference text	Studienschwerpunkt: C			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge				
Examination	Time of examination		Type of examination	
Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit		KL	
Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		3.00	--	42 h
Exercises		1.00	--	14 h
Total time of attendance for the module				56 h

mat870 - Seminar in Statistics

Module label	Seminar in Statistics	
Module code	mat870	
Credit points	6.0 KP	
Workload	180 h	
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule 	
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Marcus Christiansen ◦ Angelika May ◦ Peter Ruckdeschel 	
Entry requirements		
Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik - Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter - Kompetenzen und Fähigkeiten in freier Rede, ausgewählten Gesprächstechniken und ausgewählten Moderations- und Präsentationstechniken - Vertiefte Kenntnisse des Schreibens mathematisch-technischer Texte - Befähigung zur selbständigen Erschließung eines fortgeschrittenen statistischen Teilgebiets durch Ausarbeitung und angemessene Präsentation. Die Studierenden erlernen auch die praktische Anwendung des Erarbeiteten. 	
Module contents	Seminarthemen zu aktuellen Fragestellungen aus der angewandten Statistik anhand von Originalarbeiten in Abstimmung mit den Studierenden.	
Reader's advisory	wird in einer entsprechenden Vorbesprechung vereinbart.	
Links		
Languages of instruction	German, English	
Duration (semesters)	1 Semester	
Module frequency	regelmäßig	
Module capacity	unlimited	
Reference text	Studienschwerpunkt: C	
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)	
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method		
Vorkenntnisse / Previous knowledge		
Examination	Time of examination	Type of examination
Final exam of module		SA
Course type	Seminar	
SWS	2.00	
Frequency	--	
Workload attendance	28 h	

mat875 - Seminar in Actuarial Mathematics, Probability and Statistics

Module label	Seminar in Actuarial Mathematics, Probability and Statistics	
Module code	mat875	
Credit points	6.0 KP	
Workload	180 h	
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule 	
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Marcus Christiansen ◦ Angelika May ◦ Peter Ruckdeschel 	
Entry requirements		
Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik - Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter - Kompetenzen und Fähigkeiten in freier Rede, ausgewählten Gesprächstechniken und ausgewählten Moderations- und Präsentationstechniken - Vertiefte Kenntnisse des Schreibens mathematisch-technischer Texte - Befähigung zur selbständigen Erschließung eines Themengebiets der Stochastik/ Versicherungsmathematik durch Ausarbeitung und angemessene Präsentation. Die Studierenden vertiefen damit ihre Kompetenz, sich ein für sie neues mathematisches Teilgebiet zu erschließen und dieses in einem Vortrag zu vermitteln. 	
Module contents	ausgewählte Themen aus Stochastik und Versicherungsmathematik	
Reader's advisory	je nach gewähltem Thema	
Links		
Languages of instruction	German, English	
Duration (semesters)	1 Semester	
Module frequency	regelmäßig	
Module capacity	unlimited	
Reference text	Studienschwerpunkt: C	
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)	
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method		
Vorkenntnisse / Previous knowledge		
Examination	Time of examination	Type of examination
Final exam of module		RE
Course type	Seminar	
SWS	2.00	
Frequency	--	
Workload attendance	28 h	

mat880 - Seminar in Mathematical Finance

Module label	Seminar in Mathematical Finance	
Module code	mat880	
Credit points	6.0 KP	
Workload	180 h	
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule 	
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Marcus Christiansen ◦ Angelika May ◦ Peter Ruckdeschel 	
Entry requirements		
Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Systematische Vertiefung und Erweiterung der im Bachelorstudium erlangten Kenntnisse und Fähigkeiten zur Mathematik - Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter - Kompetenzen und Fähigkeiten in freier Rede, ausgewählten Gesprächstechniken und ausgewählten Moderations- und Präsentationstechniken - Vertiefte Kenntnisse des Schreibens mathematisch-technischer Texte - Befähigung zur selbständigen Erschließung eines anwendungsbezogenen Teilgebiets aus der stochastischen Finanzmathematik oder der quantitativen Risikoanalyse durch Ausarbeitung und angemessene Präsentation sowie eigene Simulation. Die Studierenden vertiefen dadurch ihre Kompetenz zur schriftlichen und mündlichen Darstellung von Mathematik. 	
Module contents	ausgewählte Themen aus Finanzmathematik, Asset Liability Management oder quantitativer Risikoanalyse	
Reader's advisory	je nach gewähltem Thema	
Links		
Languages of instruction	German, English	
Duration (semesters)	1 Semester	
Module frequency	regelmäßig	
Module capacity	unlimited	
Reference text	Studienschwerpunkt: C	
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)	
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method		
Vorkenntnisse / Previous knowledge		
Examination	Time of examination	Type of examination
Final exam of module		RE
Course type	Seminar	
SWS	2.00	
Frequency	--	
Workload attendance	28 h	

mat905 - Selected Topics in Mathematics

Module label	Selected Topics in Mathematics	
Module code	mat905	
Credit points	6.0 KP	
Workload	180 h	
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule 	
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Lehrende der Mathematik 	
Entry requirements		
Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Vernetzung des eigenen mathematischen Wissens durch Herstellung auch inhaltlich komplexer Bezüge zwischen den verschiedenen Bereichen der Mathematik - Kennenlernen ganzer Theorien und damit verbundene Beherrschung komplexer mathematischer Methoden und Techniken - Kennenlernen vertiefter Anwendungen der Mathematik, auch exemplarisch mit Projektcharakter - Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch breite, als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik - Verständnis und Vertiefung weiterführender Konzepte eines speziellen Themenbereiches der Mathematik und ihrer Anwendungen - Kennenlernen von fortgeschrittenen Themen in einem ausgewählten Kapitel in der aktuellen Forschung eines speziellen Themenbereiches der Mathematik und ihrer Anwendungen 	
Module contents	Die Inhalte werden je nach Wahl des Themenbereiches festgelegt und vor Veranstaltungsbeginn zur Verfügung gestellt.	
Reader's advisory		
Links		
Languages of instruction	German, English	
Duration (semesters)	1 Semester	
Module frequency	unregelmäßig	
Module capacity	unlimited	
Reference text	Studienschwerpunkt: A, B, C	
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)	
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method		
Vorkenntnisse / Previous knowledge		
Examination	Time of examination	Type of examination
Final exam of module	nach Ende der Vorlesungszeit	KL
Course type	VA-Auswahl	
SWS	4.00	
Frequency	--	
Workload attendance	56 h	

pb - Professionalisierung

Module label	Professionalisierung	
Module code	pb	
Credit points	6.0 KP	
Workload	180 h	
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule 	
Contact person		
Entry requirements		
Skills to be acquired in this module		
Module contents		
Reader's advisory		
Links		
Languages of instruction		
Duration (semesters)	1 Semester	
Module frequency		
Module capacity	unlimited	
Modullevel / module level		
Modulart / typ of module		
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method		
Vorkenntnisse / Previous knowledge		
Examination	Time of examination	Type of examination
Final exam of module		KL
Course type	Seminar	
SWS		
Frequency		
Workload attendance	0 h	

mat785 - Representation Theory

Module label	Representation Theory			
Module code	mat785			
Credit points	6.0 KP			
Workload	180 h			
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> Master's Programme Mathematics (Master) > Mastermodule 			
Contact person				
Entry requirements				
Skills to be acquired in this module				
Module contents				
Reader's advisory				
Links				
Language of instruction	German			
Duration (semesters)	1 Semester			
Module frequency				
Module capacity	unlimited			
Modullevel / module level	MM (Mastermodul / Master module)			
Modulart / typ of module	Wahlpflicht / Elective			
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method				
Vorkenntnisse / Previous knowledge				
Examination	Time of examination		Type of examination	
Final exam of module			<ul style="list-style-type: none"> - Klausur oder - mündliche Prüfung oder - Fachpraktische Übung 	
Course type	Comment	SWS	Frequency	Workload attendance
Lecture		2.00	SuSe or WiSe	28 h
Exercises		2.00	SuSe or WiSe	28 h
Total time of attendance for the module				56 h

Abschlussmodul

mam - Master's Thesis Module

Module label	Master's Thesis Module	
Module code	mam	
Credit points	30.0 KP	
Workload	900 h	
Used in course of study	<ul style="list-style-type: none"> • Master's Programme Mathematics (Master) > Abschlussmodul 	
Contact person	Module responsibility <ul style="list-style-type: none"> ◦ Alexey Chernov ◦ Marcus Christiansen ◦ Daniel Grieser ◦ Florian Heß ◦ Angelika May ◦ Peter Ruckdeschel ◦ Andreas Stein ◦ Hannes Uecker ◦ Boris Vertman 	
Entry requirements		
Skills to be acquired in this module	<ul style="list-style-type: none"> - Fähigkeit zu Wissenstransfer von einem Kontext zu einem anderen - Selbstständige Erarbeitung eines grundlegenden für die Mathematik relevanten Themas - Fähigkeit zu Analyse und Synthese vertiefter mathematischer Resultate - Erarbeitung und Anwendung geeigneter mathematischer Prozesse zur Lösung von Problemen - Zusammenfassung und mathematische Formulierung komplexer Probleme - Stärkung des mathematischen Urteilsvermögens und des akademischen Selbstvertrauens durch breite, als auch vertiefte Kenntnis der Reinen und Angewandten Mathematik - Fähigkeiten in Zeitmanagement und Organisation - Wissenschaftlich-methodische Bearbeitung mathematischer Themenbereiche der Forschung - Fähigkeit, mathematische Argumente und deren Schlussfolgerungen klar und präzise vorzutragen - Management eines eigenen Projekts, Präsentationstechniken und Vertiefung rhetorischer Fähigkeiten 	
Module contents	Anleitung zur wissenschaftlichen Arbeit, Einarbeitung in den Kontext des zu behandelnden Problems.	
Reader's advisory		
Links		
Languages of instruction	German, English	
Duration (semesters)	1 Semester	
Module frequency	halbjährlich	
Module capacity	unlimited	
Modullevel / module level	Abschlussmodul (Abschlussmodul / Conclude)	
Modulart / typ of module	Pflicht / Mandatory	
Lehr-/Lernform / Teaching/Learning method	Seminar + Selbstlernphase während der Anfertigung der Masterarbeit	
Vorkenntnisse / Previous knowledge		
Examination	Time of examination	Type of examination
Final exam of module	6 Monate nach Ausgabe des Themas	G
Course type	Seminar	
SWS	2.00	
Frequency	SuSe and WiSe	
Workload attendance	28 h	

