

Master of Science (M.Sc.)

**„Wirtschaftsmathematik“
und
„Mathematik“**

der Universität Mannheim

– Modulkataloge –

Akademisches Jahr

HWS 2022/ FSS 2023

INHALT

I.	Modulübersicht	4
1.	Wahlpflichtveranstaltungen Mathematik A.....	4
2.	Wahlpflichtveranstaltungen Mathematik B.....	5
3.	Wahlpflichtveranstaltungen Mathematik C.....	6
4.	Seminare Mathematik.....	8
5.	Betriebswirtschaftslehre für Wirtschaftsmathematik	9
6.	Volkswirtschaftslehre für Wirtschaftsmathematik	11
7.	Informatik für Wirtschaftsmathematik	12
8.	Externe Spezialisierungskurse für Master Mathematik.....	12
9.	Masterarbeit.....	13
II.	Studienplan Wirtschaftsmathematik	14
III.	Studienplan Mathematik.....	16
IV.	Modulbeschreibungen	18
1.	Wahlpflichtveranstaltungen Mathematik A.....	18
2.	Wahlpflichtveranstaltungen Mathematik B.....	40
3.	Wahlpflichtveranstaltungen Mathematik C (wirtschaftsnah) Fehler! Textmarke nicht definiert.	
4.	Seminare Mathematik..... Fehler! Textmarke nicht definiert.	
5.	Masterarbeit.....	176
V.	Erläuterungen zu den Abkürzungen	177

Vorwort

Der vorliegende Modulkatalog beschreibt alle Kurse, die für den Masterstudiengang Wirtschaftsmathematik und Mathematik angeboten werden.

Die Unterteilung in Mathematik A (Analysis), Mathematik B (Algebra und Topologie) und Mathematik C (Numerik und Stochastik) dient im **Studiengang Master Mathematik** nur zur inhaltlichen Orientierung und ist nicht prüfungsordnungsrelevant.

Einen Überblick über das Kursangebot für das aktuelle und die folgenden Semester erhalten Sie auch auf der folgenden Webseite unter „Mittelfristiges Vorlesungsverzeichnis“:

<https://www.wim.uni-mannheim.de/studium/studienorganisation/m-sc-wirtschaftsmathematik/>

Wenn Sie Fragen zum aktuellen Veranstaltungsangebot oder zu Ihrer Prüfungsordnung haben, wenden Sie sich bitte an das Studiengangsmanagement der Fakultät WIM

oder an

David Steiner, Studienbüro I
steiner@verwaltung.uni-mannheim.de
0621/181-1179.

I. Modulübersicht

Die Modulübersicht enthält die Mathematik-Module des Masterstudiengangs.

Detaillierte Informationen zu den Modulen finden sich in den Modulbeschreibungen.

Für den MSc Wirtschaftsmathematik: Die mit einem * bezeichneten Mathematik-Module gelten als wirtschaftsnah. Die Wahl weiterer Mathematik-Module ist mit dem Einverständnis des Prüfungsausschusses möglich.

Abkürzungsverzeichnis

WM Wirtschaftsmathematik

M Mathematik

1. Wahlpflichtveranstaltungen Mathematik A

Modulnr.	Modul	Sprache	ECTS	Angebot 22/23 ¹	DozentIn	Eignung	Seite
MAA 502	Katastrophentheorie *	D	8		Prof. Hertling	WM+M	18
MAA 504	Partial Differential Equations	D	8	FSS 2023	Prof. M. Schmidt	WM+M	20
MAA 506	Topologie und Gleichgewichte	D	8		Prof. Seiler	WM+M	22
MAA 508	Advanced Analysis	E	8		Prof. boshi. Li Chen	WM+M	24
MAA 510	Introduction to Partial Differential Equations	E	8	HWS 22	Prof. M. Schmidt	WM+M	26
MAA 514	Analysis III	D	8	HWS 22	Prof. M. Schmidt	WM+M	28
MAA 516	Funktionalanalysis	D	8	HWS 22	Dr. Parczewski	WM+M	30
MAA 517	Theory of conservation laws	D	5		Dr. Rossi	WM+M	32
MAA 519	Stochastic Calculus	E	5	HWS 22	Prof. Prömel	WM+M	34
MAA 520	Analytische Zahlentheorie	D	8	HWS 22	Dr. Reichelt	WM+M	36
MAA 522	Whitham deformations	E	8	HWS 22	Dr. Guilherme Feitosa de Almeida	WM+M	38

¹ Das Angebot kann sich innerhalb eines akademischen Jahres ändern. Bitte informieren Sie sich über Änderungen auf der Homepage der Fakultät WIM unter "Mittelfristiges Vorlesungsverzeichnis": <https://www.wim.uni-mannheim.de/studium/studienorganisation/m-sc-wirtschaftsmathematik>

2. Wahlpflichtveranstaltungen Mathematik B

Modulnr.	Modul	Sprache	ECTS	Angebot 21/22	DozentIn	Eignung	Seite
MAB 501	Algebra II	D	8		Prof. Seiler	WM+M	40
MAB 502	Algebraische Zahlentheorie	D	8	FSS 23	Prof. Seiler	WM+M	42
MAB 504	Mathematik und Information*	D	8		Prof. Seiler	WM+M	44
MAB 506	Game Theory *	E	8		Prof. Hertling	WM+M	46
MAB 507	Spieltheorie II*	D	5		Prof. Hertling	WM+M	48
MAB 508	Algebraische Statistik	D	8		Prof. Seiler	WM+M	50
MAB 511	Applied Topology	E	8	HWS 22	Prof. Roggenkamp	WM+M	52
MAB 512	Applied Topology II	E	5	FSS 23	Prof. Roggenkamp	WM+M	54
MAB 513	Computeralgebra	D	8		Prof. Seiler	WM+M	56
MAB 516	Mathematik der Information*	D	4		Prof. Seiler	WM+M	58
MAB 517	Einführung in die Algebraische Statistik*	D	4		Prof. Seiler	WM+M	60

¹ Das Angebot kann sich innerhalb eines akademischen Jahres ändern. Bitte informieren Sie sich über Änderungen auf der Homepage der Fakultät WIM unter "Mittelfristiges Vorlesungsverzeichnis": <https://www.wim.uni-mannheim.de/studium/studienorganisation/m-sc-wirtschaftsmathematik/>

3. Wahlpflichtveranstaltungen Mathematik C

* (alle wirtschaftsnah)

Modulnr.	Modul	Sprache	ECTS	Angebot 21/22 ¹	DozentIn	Eignung	Seite
MAC 502	Computational Finance	E	6	FSS 23	Prof. Neuenkirch	WM+M	62
MAC 503	Einführung in die Extremwertstatistik	D	8		Prof. Schlather	WM+M	64
MAC 506	Zeitreihenanalyse und Räumliche Statistik	D	8		Prof. Schlather	WM+M	66
MAC 508	Numerik Stochastischer Differentialgleichungen	D	6		Dr. Parczewski	WM+M	68
MAC 509	Numerics of Ordinary Differential Equations	E	6	HWS 22	Prof. Göttlich	WM+M	70
MAC 510	Numerik partieller Differentialgleichungen	D	8	FSS 23	Prof. Göttlich	WM+M	72
MAC 512	Modeling, Measuring and Managing Risk	E	6		N.N.	WM+M	74
MAC 515	Probability Theory 1– Stochastic Processes	E	8	FSS 23	Prof. Döring	WM+M	76
MAC 518	Fortgeschrittenenkurs R	D	4	HWS 22	Prof. Schlather	WM+M	78
MAC 519	Optimale Kontrolle	D	8		Prof. Göttlich	WM+M	80
MAC 520	Modeling and Scientific Computing	D	6		Prof. Göttlich	WM+M	82
MAC 526	Reading Course „Stochastische Modellierung“	D	8		Prof. Schlather	WM+M	84
MAC 527	Markov Processes	E	5	FSS 23	Prof. Döring	WM+M	86
MAC 531	Lévy Prozesse I	E	6		Prof. Döring	WM+M	88
MAC 534	Methods for Systems of Hyperbolic Conservation Laws	D	5		Prof. Banda	WM+M	90
MAC 538	Anwendungen skalarer Erhaltungsgleichungen	D	6	HWS 22	Prof. Göttlich	WM+M	92
MAC 539	Schadenversicherungs- mathematik I	D	4	FSS 23	Prof. K. Schmidt	WM+M	94
MAC 540	Copulas und Konkordanzmaße	D	4	HWS 22	Prof. K. Schmidt	WM+M	96
MAC 546	Schadenversicherungs- mathematik II	D	4		Prof. K. Schmidt	WM+M	98
MAC 548	Fortgeschrittenenkurs C	D	4		Prof. Schlather	WM+M	100

MAC 554	Mathematische Methoden der Big Data Analytics I	D	8	HWS 22	Prof. Schlather	WM+M	102
MAC 555	Mathematische Grundlagen der Sachversicherung	D	8		Prof. Schlather	WM+M	104
MAC 557	Advanced Topics in Mathematical Finance	E	5	FSS 23	Prof. Prömel	WM+M	106
MAC 559	Quasi Monte Carlo Methoden	D	6	FFS 23	Prof. Neuenkirch	WM+M	108
MAC 560	Konvexe Optimierung	D	6		Dr. Mehlitz	WM+M	110
MAC 561	Nichtlineare Optimierung: Grundlagen und Ergänzungen	D	8		Dr. Mehlitz	WM+M	112
MAC 562	Nichtglatte Optimierung	D	6		Dr. Mehlitz	WM	114
MAC 563	A PDE approach to mean-field systems	E	5		Prof. Dr. Slowik	WM+M	116

¹ Das Angebot kann sich innerhalb eines akademischen Jahres ändern. Bitte informieren Sie sich über Änderungen auf der Homepage der Fakultät WIM unter "Mittelfristiges Vorlesungsverzeichnis": <https://www.wim.uni-mannheim.de/studium/studienorganisation/m-sc-wirtschaftsmathematik/>

4. Seminare Mathematik

Modulnr.	Modul	Sprache	ECTS	Angebot 21/22 ¹	DozentIn	Eignung	Seite
MAS 500	Mathematisches Seminar Master	D/E	4		wechselnd	WM+M	118
MAS 501	Fortgeschrittenenseminar Stochastik	D	4	HWS 22/ FSS 23	Prof. Döring/ Prof. Slowik	WM+M	120
MAS 502	Seminar Ausgewählte Themen der stochastischen Numerik	D	4	HWS 22	Prof. Neuenkirch	WM+M	122
MAS 503	Seminar Modellierung und Simulation	D	4	FSS 23	Prof. Göttlich	WM+M	124
MAS 505	Fortgeschrittenenseminar Spieltheorie	D	4		Dr. Reichelt	WM+M	126
MAS 510	Fortgeschrittenenseminar Diffusion Equations	E	4	FSS 23	Prof. Chen	WM+M	128
MAS 511	Fortgeschrittenenseminar Kinetic Models	E	4	HWS 22	Prof. Chen	WM+M	130
MAS 512	Research Seminar Scientific Computing	D	4		Prof. Göttlich	WM+M	132
MAS 513	Research Seminar Applied Analysis	E	4		Prof. Chen	WM+M	134
MAS 514	Fortgeschrittenenseminar Stochastische Prozesse	D	4		Prof. Döring	WM+M	136
MAS 516	Seminar Fortgeschrittene Mathematische Methoden für hochdimensionale Daten	D	4		Prof. Schlather	WM+M	138
MAS 519	Seminar Computational Statistics (für Fortgeschrittene)	D	4	FSS 23	Prof. Schlather	WM+M	140
MAS 521	Fortgeschrittenenseminar zur Versicherungsmathematik	D	4	HWS 22/ FSS 23	Prof. K. Schmidt	WM+M	142
MAS 522	Advanced Seminar on Matrix Groups	E	4		Dr. Mase	WM+M	144
MAS 523	Fortgeschrittenenseminar Mathematical Physics	D/E	4	HWS 22/ FSS 23	Prof. Roggenkamp	WM+M	146
MAS 529	Fortgeschrittenenseminar Graphentheorie	E	4		Dr. Mase	WM+M	148

MAS 530	Seminar Fortgeschrittene Mathematische Methoden in der Räumlichen Statistik	D	4		Prof. Schlather	WM+M	150
MAS 533	Seminar Ausgewählte Themen partieller und gewöhnlicher Differenzialgleichungen	D	4		Prof. M. Schmidt	WM+M	152
MAS 535	Fortgeschrittenenseminar Algebra	D	4		Prof. Hertling	WM+M	154
MAS 536	Fortgeschrittenenseminar Wirtschaftsmathematik	D	4			WM+M	156
MAS 539	Fortgeschrittenenseminar Expositiones Mathematicae	D	4		Dr. Parczewski	WM+M	158
MAS 540	Fortgeschrittenenseminar Finanzmathematik	D	4	HWS 22	Prof. Prömel	WM+M	160
MAS 541	Fortgeschrittenenseminar Mathematische Methoden der Künstlichen Intelligenz	D	4		Prof. Döring	WM+M	162
MAS 544	Fortgeschrittenenseminar Kettenbrüche	E	4		Dr. Mase	WM+M	164
MAS 545	Seminar Das Schottische Buch (Funktionanalysis)	E	4		Dr. Parczewski	WM+M	166
MAS 546	Advanced Seminar Proofs by Counting	E	4	HWS 22	Dr. Mase	WM+M	168
MAS 547	Research Seminar Mathematical Physics	E/D	4	HWS22/ FSS 23	Prof. Roggenkamp	WM+M	170 172
MAS 548	Research Seminar Algebraic Geometry	E	4		Prof. Hertling	WM+M	174

¹ Das Angebot kann sich innerhalb eines akademischen Jahres ändern. Bitte informieren Sie sich über Änderungen auf der Homepage der Fakultät WIM unter "Mittelfristiges Vorlesungsverzeichnis": <https://www.wim.uni-mannheim.de/studium/studienorganisation/m-sc-wirtschaftsmathematik/>

5. Betriebswirtschaftslehre für Wirtschaftsmathemati

Modulnr.	Modul
CC 501	Entscheidungstheorie
FIN 500	Investments I
FIN 520	Bankbetriebslehre
FIN 540	Corporate Finance I (Kapitalstruktur, Kapitalkosten und Bewertung)
FIN 560	Risikomanagement von Versicherungsunternehmen

FIN 561	Investmentmanagement von Versicherungsunternehmen
FIN 580	Derivatives I: Strategien und Bewertung
FIN 601	Bond Markets
FIN 602	Trading and Exchanges
FIN 603	Empirical Finance
FIN 605	Applied Portfolio Management
FIN 620	Behavioral Finance
FIN 630	Corporate Governance
FIN 640	Corporate Finance II (Fusionen, Übernahmen und Unternehmensverkäufe)
FIN 660	Quantitatives Risikomanagement
FIN 681	Derivatives II - Advanced Pricing and Risk Management
FIN 682	International Asset Management
OPM 501	Logistics Management
OPM 502	Inventory Management
OPM 503	Verkehrsbetriebslehre I – Landverkehr und Schifffahrt
OPM 504	Verkehrsbetriebslehre II - Luftverkehr
OPM 543	Procurement
OPM 544	Advanced Planning in Supply Chains
OPM 561	Lean Production Management
OPM 581	Service Operations Management
OPM 601	Supply Chain Management
OPM 660	Simulation of Manufacturing Systems
OPM 661	Robust Planning in Stochastic Manufacturing Systems
OPM 662	Modeling and Optimization of Operations Scheduling
OPM 681	Case Studies in Service Operations Management
OPM 682	Revenue Management

Es können Module im Umfang von maximal 24 ECTS-Punkten aus dem Modulkatalog der BWL belegt werden. Die Module sind aus einer Area zu wählen. In Ausnahmefällen kann der Prüfungsausschussvorsitzende auch weitere Module und eine Modulkombination aus mehr als einer Area zulassen.

Möglich sind alle im Modulkatalog des Studiengangs „Mannheim Master in Management“ für Wirtschaftsmathematiker zugelassenen Module. Weitere Module sind in Absprache mit dem anbietenden Lehrstuhl und dem Prüfungsausschuss möglich.

Unter folgendem Link finden Sie die aktuellen Modulbeschreibungen:

<https://www.bwl.uni-mannheim.de/studium/master/mmm/>

6. Volkswirtschaftslehre für Wirtschaftsmathematik

Modulnr.	Modul
BE 510	Business Economics 1
BE 511	Business Economics 2
E 508	Multiple Time Series Analysis
E 5024	Poverty and Inequality
E 5026	Programming in STATA
E 5038	Empirical Macroeconomics: Shock and Propagation
E 5040	Impact Evaluation
E 5069	Power Analysis
E 5095	Nonparametric Econometrics

Darüber hinaus sind prinzipiell alle Module des Masterstudiengangs Volkswirtschaftslehre aus dem zweiten oder höheren Semester mit Genehmigung des betreffenden Dozenten für den Studiengang Wirtschaftsmathematik zugelassen.

Nicht zugelassen sind die Grundkurse des ersten Semesters des Masterstudiengangs Volkswirtschaftslehre (E700 Mathematics for Economists, E701 Advanced Microeconomics, E702 Advanced Macroeconomics, E703 Advanced Econometrics), es sei denn es liegt eine Genehmigung beider Prüfungsausschüsse (Master Wirtschaftsmathematik und Master Volkswirtschaftslehre) für die Teilnahme vor.

Unter folgendem Link finden Sie den aktuellen Modulkatalog des Masterstudiengangs Volkswirtschaftslehre:

<https://www.vwl.uni-mannheim.de/studium/masterstudium/course-catalog/>

7. Informatik für Wirtschaftsmathematik

Modulnr.	Modul	ECTS
CS 550	Algorithmics	6
CS 651	Kryptographie II	6
CS 701	Seminar Selected Topics in Algorithmics and Cryptography	4
CS 716	Seminar IT-Security	4

Unter folgendem Link finden Sie den aktuellen Modulkatalog des Masterstudiengangs Wirtschaftsinformatik:

<https://www.wim.uni-mannheim.de/studium/studienorganisation/m-sc-business-informatics/>

8. Externe Spezialisierungskurse für Master Mathematik

Bis zu 24 ECTS können aus dem Angebot der Studiengänge M.Sc. Wirtschaftsinformatik, M.A. Political Science und M.Sc. Psychologie erworben werden. Dabei stehen aktuell folgende Kurse zur Auswahl:

M.Sc. Wirtschaftsinformatik

- Data Security and Privacy (6 ECTS)
- Kryptographie II (6 ECTS)
- Data Mining and Matrices (6 ECTS)
- Deep Learning (6 ECTS)
- Machine Learning (9 ECTS)
- Algorithmics (6 ECTS)

M.Sc. Psychologie

- Multivariate Auswertungsverfahren (4 ECTS)
- Spezielle Forschungs- und Evaluationsmethoden (4 ECTS)
- Neue Entwicklungen der Testtheorie und Testkonstruktion (4 ECTS)

M.A. Political Science

- Multivariate Analysis (incl. Tutorial) (8 ECTS)
- Advanced Quantitative Methods (incl. Tutorial) (8 ECTS)
- Game Theory I (incl. Tutorial) (8 ECTS)
- Advanced Topics in Comparative Politics: Game Theory II (10 ECTS)

Detailinformationen entnehmen Sie bitte den jeweiligen Modulhandbüchern:

<https://www.wim.uni-mannheim.de/studium/studienorganisation/m-sc-business-informatics/#c109245>

<https://www.sowi.uni-mannheim.de/studium/studierende/psychologie/msc-psychologie-arbeit-wirtschaft-gesellschaft/#c90178>

<https://www.sowi.uni-mannheim.de/studium/studierende/politikwissenschaft/ma-political-science/#c40405>

9. Masterarbeit

Modulnr.	Modul	ECTS	Seite
MAM 650	Masterarbeit	30	176

II. Studienplan Wirtschaftsmathematik

1. Mathematik

Die Modulübersicht im Modulkatalog enthält alle Module, die im Master-Studiengang belegt werden können.

Die darin mit einem * bezeichneten Mathematik-Module gelten als wirtschaftsnah. Die Wahl weiterer Mathematik-Module ist mit dem Einverständnis des Prüfungsausschusses möglich.

2. Volkswirtschaftslehre

Neben den im Modulkatalog des Masterstudiengangs Wirtschaftsmathematik genannten Modulen sind prinzipiell alle Module des Masterstudiengangs Volkswirtschaftslehre aus dem zweiten oder höheren Semester mit Genehmigung des betreffenden Dozenten für den Studiengang Wirtschaftsmathematik zugelassen.

3. Betriebswirtschaftslehre

Außerdem können BWL-Module im Umfang von maximal 24 ECTS-Punkten aus dem Modulkatalog der BWL belegt werden. Die Module sind aus einer Area zu wählen. In Ausnahmefällen kann der Prüfungsausschussvorsitzende auch eine Modulkombination aus mehr als einer Area zulassen. Zugelassen sind alle im Modulkatalog des Studiengangs Mannheim Master in Management für Wirtschaftsmathematiker zugelassenen Module. Weitere Module sind in Absprache mit dem anbietenden Lehrstuhl und dem Prüfungsausschuss möglich.

4. Prüfungsleistungen

Es sind die folgenden Prüfungsleistungen im Umfang von 120 – 127 ECTS zu erbringen:

1. Allgemeine Mathematik: Module im Umfang von wenigstens 16 ECTS, die nicht als Schwerpunkt gewählt worden sind. Dabei müssen wenigstens zwei verschiedene Gruppen (Mathematik A, B, C) mit 8 ECTS vertreten sein.
2. Schwerpunkt: Module im Umfang von mindestens 14 ECTS
3. Wirtschaftswissenschaften: 31 – 40 ECTS, davon höchstens 24 ECTS aus der Betriebswirtschaftslehre
4. Masterarbeit (30 ECTS).

5. Schwerpunkt

Als Schwerpunkt kann jede durch einen Hochschullehrer oder Privatdozenten angebotene Modulkombination am Institut für Mathematik an der Universität Mannheim gewählt werden. Zugelassen sind hierbei auch Masterkurse in Ökonometrie bzw. Mathematischer Statistik sowie Kryptographie oder Komplexitätstheorie in der Informatik.

Die Veranstaltungen des Schwerpunkts können bei verschiedenen Dozenten belegt werden: Entscheidend für die Zuordnung zum Schwerpunkt ist der Inhalt einer Lehrveranstaltung.

Die Masterarbeit wird über ein Thema aus dem Bereich des Schwerpunkts verfasst.

6. Seminare

Insgesamt sind mindestens zwei, höchstens drei Seminare aus 1., 2. oder 3. zu wählen, davon mindestens ein Seminar aus dem Schwerpunkt (Punkt 2.). Seminare werden mit "bestanden" oder "nicht bestanden" bewertet.

7. Wahl von Modulen aus dem B.Sc. Wirtschaftsmathematik

Zur Verbreiterung der Grundlagenkenntnisse können zusätzlich bis zu zwei Module aus dem Angebot des Bachelorstudiengangs Wirtschaftsmathematik gewählt werden.

Es dürfen keine Module gewählt werden, die Bestandteil der Bachelorprüfung waren.

III. Studienplan Mathematik

4. Mathematik

Die Modulübersicht im Modulkatalog enthält alle Module, die im Master-Studiengang belegt werden können.

4. Prüfungsleistungen

Für den Master-Studiengang „Mathematik“ beträgt der Studien- und Prüfungsumfang mindestens 120 ECTS-Punkte unter Beachtung der folgenden Aufteilung:

1. Wahlpflichtkurse Reine Mathematik (16 - 32 ECTS-Punkte),
2. Wahlpflichtkurse Angewandte Mathematik (14 - 28 ECTS-Punkte),
3. Spezialisierungskurse (mindestens 22 ECTS-Punkte),
4. Seminare (8 ECTS-Punkte) und
5. Master-Arbeit (30 ECTS-Punkte).

3. Wahlpflichtkurse

Hier sind aus der gegebenen Auswahl die geforderten ECTS-Zahlen zu erbringen.

Reine Mathematik (16 - 32 ECTS-Punkte)

	Modul		ECTS-Punkte
	Kürzel	Name	
WP	MAA 510	Introduction to Partial Differential Equations	8
WP	MAA 504	Partielle Differentialgleichungen	8
WP	MAA 516	Funktionalanalysis	8
WP	MAC 515	Wahrscheinlichkeitstheorie I	8

Angewandte Mathematik (14 - 28 ECTS-Punkte)

	Modul		ECTS-Punkte
	Kürzel	Name	
WP	MAC 507	Nichtlineare Optimierung	6
WP	MAC 509	Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen	6
WP	MAC 510	Numerik partieller Differentialgleichungen	8
WP	MAB 511	Applied Topology	8

4. Spezialisierungskurse

Für diese Wahlkurse stehen alle mathematischen Module des Modulkatalogs zur Verfügung, sowie bis zu einem Umfang von maximal 24 ECTS die unter „Externe Spezialisierungskurse für Master Mathematik“ aufgeführten Module.

5. Seminare

Es sind zwei Seminare zu belegen. Seminare werden mit “bestanden” oder “nicht bestanden” bewertet.

6. Wahl von Modulen aus dem B.Sc. Wirtschaftsmathematik

Die Wahl von Bachelor-Modulen ist nicht möglich.

IV. Modulbeschreibungen

1. Wahlpflichtveranstaltungen Mathematik A

MAA 502	Katastrophentheorie* <i>Catastrophe Theory</i>
Form der Veranstaltung	Vorlesung mit Übung
Typ der Veranstaltung	Mathematik A/Mathematik B
Modulniveau	Master
ECTS	8
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 84 h pro Semester (6 SWS)
	Eigenstudium: 154 h pro Semester <ul style="list-style-type: none"> • davon Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung und freies Selbststudium: 126 h pro Semester • davon Vorbereitung für die Prüfung, z.B. Prüfungs-/Seminarabschlussarbeits- und Präsentationsvorbereitung: 28 h pro Semester
Vorausgesetzte Kenntnisse	Analysis I & II, Lineare Algebra I & II/A
Lehrinhalte	Unendlich oft differenzierbare Funktionen in mehreren Variablen, kritische Punkte, Hessesche, Jacobische, Satz über implizite Funktionen, Morse-Lemma, Splitting-Lemma, Endlich-Bestimmtheit, Kodimension und Milnorzahl, die Klassifikation von Thom bis zur Kodimension 4, Entfaltungen, kritische Mengen und Kaustiken, verselle Entfaltungen, die Falte, die Spitze, der Schwalbenschwanz, die Umbiliken, diverse Anwendungen in den Naturwissenschaften und Wirtschaftswissenschaften nach Zeeman.
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Solide Kenntnis der mathematischen Grundlagen der Katastrophentheorie von R. Thom (MK1, MO2). • Erarbeiten seiner Klassifikation der 7 elementaren Katastrophen (MK1, MO3). • Kennenlernen von diversen Anwendungen in den Naturwissenschaften und Wirtschaftswissenschaften (MK2).
	Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Erkennen der elementaren Katastrophen in möglichen Anwendungen aus Naturwissenschaften und Wirtschaftswissenschaften; Modellierung solcher Anwendungen; Schlüsse ziehen aus den Modellen (MF1, MF2, MO4).

	Personale Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Souveränität im Umgang mit harten Fakten und weichen Anwendungen (MO4).
Medienformen	Tafelanschriebe, online abrufbares Skript
Begleitende Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • V.I. Arnold: Catastrophe theory. 3rd edition. Springer-Verlag, 1992. • Th. Bröcker, L. Lander: Differentiable germs and catastrophes. London Math Soc. Lecture Note Series 17. Cambridge University Press 1975. • D.P.L. Castrigiano, S.A. Hayes: Catastrophe theory. Addison-Wesley, 1993. • E.C. Zeeman: Catastrophe theory. Selected Papers 1972-1977. Addison-Wesley 1977.
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)
Art der Prüfungsleistung	mündliche Prüfung
Prüfungsvorleistung	-
Prüfungsdauer	30 Minuten (mündliche Prüfung)
Sprache	Deutsch
Angebotsturnus	Unregelmäßig
Lehrende/r	Prof. Dr. Claus Hertling
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Claus Hertling
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	-
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, Lehramt Mathematik, M.Sc. Mathematik
Einordnung Fachsemester	in 1./2./3. Fachsemester

MAA 504	Partielle Differentialgleichungen <i>Partial Differential Equations</i>
Form der Veranstaltung	Vorlesung mit Übung
Typ der Veranstaltung	Mathematik A
Modulniveau	Master
ECTS	8
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 84 h pro Semester (6 SWS)
	Eigenstudium: 154 h pro Semester <ul style="list-style-type: none"> • davon Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung und freies Selbststudium: 126 h pro Semester • davon Vorbereitung für die Prüfung, z.B. Prüfungs-/Seminarabschlussarbeits- und Präsentationsvorbereitung: 28 h pro Semester
Vorausgesetzte Kenntnisse	Analysis I & II, Lineare Algebra I, Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie/Stochastik 1
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Elliptische Differenzialgleichungen • Funktionenräume • Randwertproblem, Dirichletproblem • Apriori Abschätzungen
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Vertrautheit mit den Grundbegriffen partieller Differenzialgleichungen (MK1) • Vertrautheit mit Distributionen, Hölderräumen und Sobolevräumen (MK1) • Vertrautheit mit Sobolevungleichungen (MK1) • Verständnis des Konzepts der schwachen Lösung (MK1, MO2) • Verständnis des Randverhaltens von Lösungen (MK1, MO2)
	Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Fähigkeit die Existenz von Lösungen zu untersuchen (MO2) • Fähigkeit die Eindeutigkeit von Lösungen zu untersuchen (MO2) • Fähigkeit die Regularität von Lösungen zu untersuchen (MO2)
	Personale Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Vertieftes Verständnis für komplexe Argumentationen in der elliptischen Theorie (MO3)
Medienformen	Tafelanschrieb, Beamer, Skript (online), Lernvideos
Begleitende Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • eigenes Skript (online)

	<ul style="list-style-type: none"> • D. Gilbarg, N.S. Trudinger, Elliptic Partial Differential Equations of second Order • Y.-Z. Chen, L.-C. Wu, Second Order Elliptic Equations and Elliptic Systems • L.C. Evans, Partial Differential Equations
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)
Art der Prüfungsleistung	mündliche Prüfung
Prüfungsvorleistung	-
Prüfungsdauer	30 Minuten
Sprache	Deutsch
Angebotsturnus	FSS 2023
Lehrende/r	Prof. Dr. Li Chen; Prof. Dr. Martin Schmidt
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Li Chen; Prof. Dr. Martin Schmidt
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	-
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, Lehramt Mathematik, M.Sc. Mathematik
Einordnung Fachsemester	in 1./2./3. Fachsemester

MAA 506	Topologie und Gleichgewichte <i>Topology and Equilibria</i>
Form der Veranstaltung	Vorlesung mit Übung
Typ der Veranstaltung	Mathematik A
Modulniveau	Master
ECTS	8
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 84 h pro Semester (6 SWS)
	Eigenstudium: 154 h pro Semester <ul style="list-style-type: none"> davon Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung und freies Selbststudium: 126 h pro Semester davon Vorbereitung für die Prüfung, z.B. Prüfungs- /Seminarabschlussarbeits- und Präsentationsvorbereitung: 28 h pro Semester
Vorausgesetzte Kenntnisse	Analysis I & II
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> Topologische Räume und stetige Abbildungen Zusammenhang, Kompaktheit, 1-Abzählbarkeit Endliche simpliziale Komplexe und ihre Homologie Anwendung auf Fixpunktsätze, Fundamentalsatz der Algebra u.ä. Korrespondenzen und der Fixpunktsatz von Kakutani Spiele und ihre Nash-Gleichgewichte Volkswirtschaftliche Systeme und Walras'sche Gleichgewichte
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> Verständnis der Grundlagen der mengentheoretischen Topologie (MK1) Beschreibung topologischer und geometrischer Eigenschaften durch algebraische und numerische Invarianten (MK1, MO2) Umgang mit (simplizialen) Homologiegruppen (MK1, MO2) Verständnis der Eigenschaften und der Bedingungen für die Existenz von Nash-Gleichgewichten und Walras'schen Gleichgewichten (MK2, MO3)
	Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> Umgang mit einfachen topologischen Räumen und Entscheidung über Homöomorphie zweier gegebener Räume (MK1) Triangulierung einfacher kompakter Räume und Berechnung ihrer Homologie (MK1, MO2) Interpretation der Homologiegruppen (MK1, MO2) Berechnung von Nash-Gleichgewichten (MK2, MF2)

	Personale Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Verständnis der Rolle topologischer Modelle für die Lösung fundamentaler mikroökonomischer Fragestellungen (MK2, MO2, MO3, MO4)
Medienformen	Präsentationen mit Tafelanschrieb, Beispiele und Algorithmen mit Computeralgebrasystem via Beamer
Begleitende Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Eigenes Skript (online) • K. Jänich: Topologie • J. Mayer: Algebraic Topology • C. Berge: Topological Spaces • K.C. Border: Fixed point theorems with applications to economics and game theory • K. Urai: Fixed points and economic equilibria
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)
Art der Prüfungsleistung	Mündliche oder schriftliche Prüfung
Prüfungsvorleistung	-
Prüfungsdauer	90 Minuten (schriftliche Prüfung) 30 Minuten (mündliche Prüfung)
Sprache	Deutsch
Angebotsturnus	unregelmäßig
Lehrende/r	Prof. Dr. Wolfgang Seiler
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Wolfgang Seiler
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	-
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, Lehramt Mathematik, M.Sc. Wirtschaftspädagogik, M.Sc. Mathematik
Einordnung Fachsemester	in 1./2./3. Fachsemester

MAA 508	Advanced Analysis
Form of module	Lecture with exercise
Type of module	advanced
Level	Master
ECTS	8
Workload	Lecture 56 hours and exercise 28 hours (6 SWS)
Prerequisites	Ana I+II, LA,
Aim of module	Build up advanced knowledges in analysis and prepare for master thesis, advanced training for doctoral students
Learning outcomes and qualification goals	Short review of the basis knowledge of real analysis
	Lp spaces, distributions
	Fourier transform, Sobolev spaces, inequalities with best constants
Media	Blackboard or beamer
Literature	E. H. Lieb and M. Loss, Analysis, Graduate Studies in Mathematics, V. 14 American Mathematical Society Providence, Rhode Island, 2nd edition. 2001.
Methods	Lectures (4 SWS) and exercise (2 SWS)
Form of assessment	Oral exam
Admission requirements for assessment	Answer the questions proposed by the examiner correctly
Duration of assessment	30 minutes
Language	English
Offering	Not regular
Lecturer	Prof. boshi. Li Chen
Person in charge	Prof. boshi. Li Chen
Duration of module	One semester
Further modules	

Range of application	Bachelor and Master students from WiMa, Lehramt Math.
Semester	1./2./3. Semester (Master)

MAA 510	Intro PDE
Form of module	Lecture with Exercises
Type of module	Mathematics A
Level	Master
ECTS	8
Workload	Classroom instruction 84 hours per semester self study 154 hours per semester
Prerequisites	Analysis I, Analysis II, Lineare Algebra I
Aim of module	<ul style="list-style-type: none"> • Basic notions of partial differential equations • method of characteristics • Laplace equations • heat equations • wave equation
Learning outcomes and qualification goal	expertise <ul style="list-style-type: none"> • linear pde's (MK1, MO2) • fundamental solutions (MK1) • Green's functions(MK1) • heat kernel (MK1) • existence and uniqueness of Cauchy problem (MK1, MO3) • spherical means of solutions of wave equation (MK1)
	methodical competence <ul style="list-style-type: none"> • distinguish between elliptic, parabolic and hyperbolic pde's (MO2) • derive formulas of solutions (MO3) • energy methods (MO2) • maximum principles (MO3)
	Personal competence <ul style="list-style-type: none"> • learn in teams (MO4)
Media	Blackboard presentation, beamer
Literature	<ul style="list-style-type: none"> • Script (online) • L.C. Evans: Partial Differential Equations • F. John: Partial Differential Equations
Methods	

Form of assessment	Oral examination
Admission requirements for assessment	
Duration of assessment	30 minutes
Language	English
Offering	Autumn 2020
Lecturer	Prof. Dr. Martin Schmidt
Person in charge	Prof. Dr. Martin Schmidt
Duration of module	
Further modules	
Range of application	
Semester	

MAA 514	Analysis III
Form der Veranstaltung	Vorlesung mit Übung
Typ der Veranstaltung	Mathematik A
Modulniveau	Master
ECTS	8
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 84 Stunden pro Semester (6 SWS)
	Eigenstudium: 154 Stunden pro Semester <ul style="list-style-type: none"> davon Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung und freies Selbststudium: 126 Stunden pro Semester davon Vorbereitung für die Prüfung: 28 Stunden pro Semester
Vorausgesetzte Kenntnisse	Analysis I, Analysis II, Lineare Algebra I und IIa
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> Differenzierbare Mannigfaltigkeit Vektorfelder gewöhnliche Differenzialgleichungen Differenzialformen
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> Karte und Atlas (MK1, MO2) Tangentialraum (MK1) Integralkurven von Vektorfeldern (MK1) Tensoren (MK1) Äußeres Produkt und äußere Ableitung von Differenzialformen (MK1, MO2) Der Satz von Stokes (MK1)
	Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> Verstehen des Transformationsverhaltens unter Kartenwechsel (MO2) Rechnen mit Tensoren (MO2) Bestimmung von Integralkurven (MO2) Hantieren mit Differenzialformen (MO3)
	Personale Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> Teamarbeit (MO4)
Medienformen	Tafelanschrieb, Beamer, Skript (online), Lernvideos
Begleitende Literatur	<ul style="list-style-type: none"> Eigenes Skript (online) Jacques Lafontaine, An Introduction to Differential Manifolds J. Dieudonne, Grundzüge der modernen Analysis III/IV

	<ul style="list-style-type: none"> • K. Jänich, Vektoranalysis • J.M. Lee, Introduction to smooth manifolds
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
Art der Prüfungsleistung	Mündliche Prüfung
Prüfungsdauer	30 Minuten
Sprache	Deutsch
Angebotsturnus	unregelmäßig
Lehrende/r	Prof. Dr. Martin Schmidt
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Martin Schmidt
Dauer des Moduls	
Weiterführende Module	
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, Lehramt Mathematik, M.Sc. Mathematik
Einordnung Fachsemester	in

MAA 516	Funktionalanalysis <i>Functional Analysis</i>
Form der Veranstaltung	Vorlesung mit Übung
Typ der Veranstaltung	Mathematik A
Modulniveau	Master
ECTS	8
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 84 h pro Semester (6 SWS)
	Eigenstudium: 154 h pro Semester <ul style="list-style-type: none"> • davon Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung und freies Selbststudium: 126 h pro Semester • davon Vorbereitung für die Prüfung, z.B. Prüfungs-/ Seminarabschlussarbeits- und Präsentationsvorbereitung: 28 h pro Semester
Vorausgesetzte Kenntnisse	Analysis I & II, Lineare Algebra I & II
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Metrische Räume: Vollständigkeit, Kompaktheit, Satz von Arzela-Ascoli • Banachräume: lineare Operatoren und Funktionale, Dualraum, Reflexivität, schwache Konvergenz • Grundprinzipien der Funktionalanalysis: Satz von Banach-Steinhaus, Satz vom abgeschlossenen Graphen und der offenen Abbildung, Riesz'scher Darstellungssatz, Satz von Hahn-Banach • Hilberträume: Orthonormalbasen, normale, selbstadjungierte und kompakte Operatoren, Spektralzerlegung
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden haben die Standardmethoden und wichtigsten Aussagen der Funktionalanalysis erlernt (MK1, MF1).
	Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können nach Besuch des Moduls Ideen und Methoden der Analysis und der linearen Algebra zusammenführen und ihre Gemeinsamkeiten erkennen (MF1, MO2). • Weiterhin sind sie im Besitz zentraler Techniken der höheren Analysis, die für zahlreiche mathematische Anwendungsfelder (z.B. PDEs) relevant sind (MO3).
	Personale Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Teamarbeit (MO2, MO3)

Medienformen	Tafelanschrieb
Begleitende Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • D. Werner: Funktionalanalysis, Springer, 2011 • H.W. Alt: Lineare Funktionalanalysis: Eine anwendungsorientierte Einführung, Springer, 2012 • Rudin, W.: Reelle und komplexe Analysis. Oldenbourg Verlag, 1999. • H. Heuser: Funktionalanalysis, Teubner, 2006 • W. Kabbalo: Grundkurs Funktionalanalysis, Springer, 2018.
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
Art der Prüfungsleistung	mündliche Prüfung
Prüfungsvorleistung	Bearbeitung von Übungsblättern und jeweils 50% der Übungsaufgaben und Votieraufgaben bestanden
Prüfungsdauer	30 Minuten
Sprache	Deutsch
Angebotsturnus	HWS
Lehrende/r	Prof. Dr. Andreas Neuenkirch, Prof. Dr. Martin Schmidt, Prof. Dr. Leif Döring, Dr. Peter Parczewski
Modulverantwortliche	Prof. Dr. Andreas Neuenkirch, Prof. Dr. Martin Schmidt, Prof. Dr. Leif Döring
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	-
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Volkswirtschaftslehre, M.Sc. Wirtschaftspädagogik, Lehramt Mathematik, M.Sc. Mathematik
Einordnung Fachsemester	in 1./2. Fachsemester (Master), 5./6. Fachsemester (Bachelor)

MAA 517	Theorie von Erhaltungsgleichungen Theory of conservation laws
Form der Veranstaltung	Vorlesung mit Übung, Blockveranstaltung
Typ der Veranstaltung	Mathematik A
Modulniveau	Master
ECTS	5
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 42 h pro Semester (3 SWS)
	Eigenstudium: 100 h pro Semester <ul style="list-style-type: none"> • davon Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung und freies Selbststudium: 86 h pro Semester • davon Vorbereitung für die Prüfung: 14 h pro Semester
Vorausgesetzte Kenntnisse	Dynamische Systeme
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Weak solutions and well-posedness of Cauchy problems • Wave Front Tracking • Systems of conservation laws
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Verständnis der theoretischen Konzepte und deren Anwendbarkeit im skalaren sowie im Systemfall (MK1, MK2)
	Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Mathematische Modelle (MF1, MF2) • Konkrete Problemlösungsstrategien und deren Interpretation (MF1, MF2)
	Personale Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Teamarbeit (MO2, MO3)
Medienformen	Präsentationen mit Tafelanschrieb
Begleitende Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • A. Bressan: Hyperbolic Systems of Conservation Laws, Oxford University Press, 2000. • C. M. Dafermos: Hyperbolic conservation laws in continuum physics, Springer Verlag, 2010.
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung (2 SWS), Übung (1 SWS)
Art der Prüfungsleistung	Mündliche Prüfung
Prüfungsvorleistung	Keine
Prüfungsdauer	30 Minuten
Sprache	Deutsch

Angebotsturnus	unregelmäßig
Lehrende/r	Dr. Elena Rossi
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Simone Göttlich
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	Numerik partieller Differentialgleichungen, Scientific Computing Research Seminar
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, Lehramt Mathematik, M.Sc. Mathematik
Einordnung Fachsemester	in 1./2./3. Fachsemester

MAA 519	Stochastic Calculus <i>Stochastic Calculus</i>
Form of module	Lecture with exercise classes
Type of module	Mathematik A
Level	Master
ECTS	5
Workload	Classroom instruction: 56 hours per semester Self-study: 108 hours per semester
Prerequisites	Stochastik 1, Stochastik 2; WT1 is recommended
Aim of module	<ul style="list-style-type: none"> • Stochastic Integration and Ito formula • solution theory for stochastic differential equations (strong solutions, linear SDEs) • change of measure (Girsanov theorem) • martingale representation theorem
Learning outcomes and qualification goals	Professional skills: gaining a mathematical understanding of fundamental results in stochastic calculus (MK1, MK2, MF1, MF2, MF3, MO3, MO4)
	Methodological competence: proper handling of the standard methods in stochastic calculus (MK1, MF1, MO2)
	Interpersonal skills: team work (MO2, MO3)
Media	Videos and presentation on the blackboard
Literature	<ul style="list-style-type: none"> • Lecture notes • Kuo, H.-H., Introduction to Stochastic Integration, Springer-Verlag, 2006. • Karatzas, I. and Shreve, S., Brownian Motion and Stochastic Calculus, Springer-Verlag, 1998. • Revuz, D. and Yor, M., Continuous Martingales and Brownian Motion. Grundlehren der mathematischen Wissenschaften. Springer-Verlag, 1999.
Methods	Lectures, tutorials, problm sheets, question hours
Form of assessment	Oral exam
Admission requirements for assessment	Successful participation in the exercise classes, i.e. 50% of the points for the homework
Duration of assessment	30 min
Language	English

Offering	HWS
Lecturer	Prof. Dr. David Prömel
Person in charge	Prof. Dr. David Prömel
Duration of module	1 semester
Further modules	-
Range of application	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik
Semester	1 st , 2 nd or 3 rd

MAA 520	Analytische Zahlentheorie <i>Analytic Number Theory</i>
Form der Veranstaltung	Vorlesung mit Übung
Typ der Veranstaltung	Mathematik A / Mathematik B
Modulniveau	Master
ECTS	8
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 84 h pro Semester (6 SWS)
	Eigenstudium: 154 h pro Semester <ul style="list-style-type: none"> davon Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung und freies Selbststudium: 126 h pro Semester davon Vorbereitung für die Prüfung, z.B. Prüfungs-/ Seminarabschlussarbeits- und Präsentationsvorbereitung: 28 h pro Semester
Vorausgesetzte Kenntnisse	Analysis I & II, Lineare Algebra I & II/A, (Elemente der) Funktionentheorie
Lehrinhalte	Eine Auswahl aus folgenden Themen: <ul style="list-style-type: none"> Arithmetische Funktionen und Dirichlet-Reihen Charaktere und Summationsformeln L-Funktionen und Riemann'sche Zeta-Funktionen Siebmethoden und Anwendungen des Großen Siebes
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden sind mit den Grundbegriffen und wichtigsten Aussagen der analytischen Zahlentheorie vertraut (MK1).
	Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> Fähigkeit, in abstrakten Strukturen zu denken (MO2) Fähigkeit auch umfangreichere Beweise aus dem Bereich der Zahlentheorie zu erfassen und nachzuvollziehen (MO2, MO3)
Medienform	Präsentationen mit Tafelanschrieb, Beamer und Folien
Begleitende Literatur	<ul style="list-style-type: none"> Eigenes Skript (online) J. Brüder: Einführung in die analytische Zahlentheorie T. M. Apostol: Introduction to Analytic Number theory D. B. Zagier: Zetafunktionen und quadratische Körper
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
Art der Prüfungsleistung	Mündliche oder schriftliche Prüfung

Prüfungsvorleistung	Erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb (mindestens 40% der Übungspunkte)
Prüfungsdauer	30 Minuten (mündliche Prüfung) 90 Minuten (schriftliche Prüfung)
Sprache	Deutsch
Angebotsturnus	Unregelmäßig
Lehrende/r	Dr. Thomas Reichelt
Modulverantwortlicher	Dr. Thomas Reichelt
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	-
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, Lehramt Mathematik, M.Sc. Mathematik
Einordnung in Fachsemester	1./2./3. Fachsemester

MAA 522	Whitham deformations	
Form of module	Lecture with exercise classes	
Type of module	Mathematik A	
Level	Master	
ECTS	8	
Workload	Classroom instruction: 84 h/semester (6 SWS), Work at home: 154 h/semester, consisting of: <ul style="list-style-type: none"> • self study of the course: 126 h/semester, • preparation of the exam: 28 h/semester. 	
Prerequisites	Analysis I and II and possibly III	
Aim of module	Learning the topics in Dubrovin's and Grava's papers: <ul style="list-style-type: none"> • Hamiltonian PDE's • Some relevant Riemann-Hilbert problems • Solutions of the Whitham equations 	
Learning outcomes and qualification goals	Professional competence: (MK1, MO2, MO3) <ul style="list-style-type: none"> • Getting an understanding of the fundamental results on Whitham deformations 	
	Competence in methods: (MF1, MO3) <ul style="list-style-type: none"> • Working independently with literature • Reading and understanding mathematical texts 	
	Personal competence: (MO1, MO4) <ul style="list-style-type: none"> • Team work, communication about mathematics 	
Media	Presentation via blackboard and/or beamer	
Literature	B. Dubrovin: On universality of critical behaviour in Hamiltonian PDEs. Geometry, topology, and mathematical physics, pp. 59–109, Am. Math. Soc. Transl. Ser. 2, 224, Am. Math. Soc., Providence, RI (2008). Grava, Tamara. On the Cauchy problem for the Whitham equations. PhD thesis (1998).	
Methods	Lectures (4 SWS) and tutorials (2 SWS)	
Form of assessment	Oral exam	
Admission requirements for assessment	Successful participation in the exercise classes, i.e. 50% of the points for the homework	

Duration of assessment	30 min
Language	English
Offering	Possibly once
Lecturer	Dr. Guilherme Feitosa de Almeida
Person in charge	Dr. Guilherme Feitosa de Almeida
Duration of module	1 semester
Further modules	-
Range of application	B.Sc. And M.Sc. Business mathematics, M.Sc. Mathematics, M.Sc. Education mathematics
Semester	5. in the B.Sc., 1. or 3. in the M.Sc.

2. Wahlpflichtveranstaltungen Mathematik B

MAB 501	Algebra II <i>Algebra II</i>
Form der Veranstaltung	Vorlesung mit Übung
Typ der Veranstaltung	Mathematik B
Modulniveau	Master
ECTS	8
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 84 h pro Semester (6 SWS)
	Eigenstudium: 154 h pro Semester <ul style="list-style-type: none"> davon Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung und freies Selbststudium: 126 h pro Semester davon Vorbereitung für die Prüfung, z.B. Prüfungs- /Seminarabschlussarbeits- und Präsentationsvorbereitung: 28 h pro Semester
Vorausgesetzte Kenntnisse	Lineare Algebra I & II/A, Algebra
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> Fortführung und Vertiefung der Algebra durch fortgeschrittene Themen beispielsweise aus dem Bereich der Darstellungstheorie oder der kommutativen Algebra
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> Sicherer Umgang mit algebraischen Strukturen (MK1, MF1, MF3, MO3)
	Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> Fähigkeit auch umfangreichere Beweise aus dem Bereich der Algebra zu erfassen und nachzuvollziehen (MK1, MF1, MO1, MO2, MO3)
	Personale Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> Fähigkeit, in abstrakten Strukturen zu denken und diese für praktische Probleme nutzbar zu machen (MF2, MO2, MO3, MO4)
Medienformen	Präsentationen mit Tafelanschrieb, eventuell Beispiele und Algorithmen mit Computeralgebrasystem via Beamer
Begleitende Literatur	<ul style="list-style-type: none"> M. Artin: Algebra J.P. Serre: Linear representations of finite groups
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
Art der Prüfungsleistung	Mündliche oder schriftliche Prüfung
Prüfungsvorleistung	-
Prüfungsdauer	90 Minuten (schriftliche Prüfung)

	30 Minuten (mündliche Prüfung)
Sprache	Deutsch
Angebotsturnus	Unregelmäßig
Lehrende/r	Prof. Dr. Wolfgang Seiler
Modulverantwortliche	Prof. Dr. Wolfgang Seiler
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	-
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, Lehramt Mathematik, M.Sc. Wirtschaftspädagogik, M.Sc. Mathematik
Einordnung Fachsemester	in 1./2./3. Fachsemester

MAB 502	Algebraische Zahlentheorie <i>Algebraic Number Theory</i>
Form der Veranstaltung	Vorlesung
Typ der Veranstaltung	Mathematik B
Modulniveau	Master
ECTS	8
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 84 h pro Semester (6 SWS)
	Eigenstudium: 154 h pro Semester <ul style="list-style-type: none"> • davon Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung und freies Selbststudium: 126 h pro Semester • davon Vorbereitung für die Prüfung, z.B. Prüfungs-/Seminarabschlussarbeits- und Präsentationsvorbereitung: 28 h pro Semester
Vorausgesetzte Kenntnisse	Algebra
Lehrinhalte	Begriff der Ganzheit, Dedekindringe, Ringerweiterungen, Klassenzahl, Dirichletscher Einheitensatz, Verzweigungstheorie, Bewertungen, Lokalisierungen, Adelisierungen, Kreisteilungskörper als Spezialfall, Ausblick auf Zetafunktionen
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Solides Verständnis für grundlegende Fragen der algebraischen Zahlentheorie
	Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Fähigkeit, abstrakte algebraische Techniken in einem konkreten komplexen mathematischen Kontext anzuwenden.
	Personale Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Fähigkeit, in abstrakten Strukturen zu denken; Ahnung von heutiger Forschung (Stichwort: „Langlandsprogramm“)
Medienformen	Tafelanschrieb
Begleitende Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Borevitch-Shafarevitch: Zahlentheorie • Koch: Zahlentheorie • Lang: Algebraic Number Theory • Neukirch: Algebraische Zahlentheorie
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
Art der Prüfungsleistung	Mündliche oder schriftliche Prüfung
Prüfungsvorleistung	-

Prüfungsdauer	90 Minuten (schriftliche Prüfung) 30 Minuten (mündliche Prüfung)
Sprache	Deutsch
Angebotsturnus	Unregelmäßig
Lehrende/r	Prof. Dr. Wolfgang Seiler
Modulverantwortliche	Prof. Dr. Wolfgang Seiler
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	-
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, Lehramt Mathematik, M.Sc. Wirtschaftspädagogik, M.Sc. Mathematik
Einordnung Fachsemester	in 1./2./3. Fachsemester

MAB 504	Mathematik und Information* <i>Mathematics and Information</i>
Form der Veranstaltung	Vorlesung mit Übung
Typ der Veranstaltung	Mathematik B
Modulniveau	Master
ECTS	8
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 84 h pro Semester (6 SWS)
	Eigenstudium: 154 h pro Semester <ul style="list-style-type: none"> • davon Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung und freies Selbststudium: 126 h pro Semester • davon Vorbereitung für die Prüfung, z.B. Prüfungs-/Seminarabschlussarbeits- und Präsentationsvorbereitung: 28 h pro Semester
Vorausgesetzte Kenntnisse	Analysis I & II, Lineare Algebra I & II/A, Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie/Stochastik 1
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Shannons Entropie und abgeleitete Informationsmaße • Entropie und Datenkompression • Die Wettstrategie von Kelly • Log-optimale Portfolios • Universelle Portfolios • Vektorraummethoden in der Informationssuche • Matrixzerlegungen und latente semantische Analyse • PageRank und verwandte Verfahren
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Quantisierung von Information und inhaltliche Interpretation der entsprechenden Maße (MK1, MO2) • Verständnis für Möglichkeiten und Grenzen log-optimaler Anlagestrategien (MK2, MF1, MF2) • Verständnis für die Rolle der Linearen Algebra in der Informationssuche und der Klassifikation von Information (MK1, MK2, MF1, MF2)
	Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Umgang mit gängigen Informationsmaßen (MF2) • Datenkompression mit Huffman-Bäumen und mit Transformationen (MO2) • Berechnung log-optimaler und universeller Portfolios (MK2, MF1, MF2) • Berechnung von PageRank und verwandten Rängen (MK1, MK2, MF1, MF2) • Latente semantische Analyse via Singulärwertzerlegung (MK2, MF2)

	Personale Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Fähigkeit, intuitiv gegebene Begriffe wie Information, optimale sichere Anlagestrategie, Wichtigkeit oder Ähnlichkeit von Dokumenten und Webseiten durch verschiedene Ansätze mathematisch zu modellieren und die Vor- und Nachteile der verschiedenen Möglichkeiten abzuschätzen (MK2, MF2, MO2, MO4)
Medienformen	Präsentationen mit Tafelanschrieb, Beispiele und Algorithmen mit Computeralgebrasystem via Beamer
Begleitende Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Eigenes Skript (online) • T. Cover, J. Thomas: Elements of Information Theory • M. Berry, M. Browne: Understanding Search Engines – Mathematical modeling and text retrieval • M. Langville, C. Meyer: Google's PageRank and Beyond – the science of search engine rankings • D. Skillicorn: Understanding komplex Datasets – Data Mining with Matrix Decompositions
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)
Art der Prüfungsleistung	Mündliche oder schriftliche Prüfung
Prüfungsvorleistung	-
Prüfungsdauer	90 Minuten (schriftliche Prüfung) 30 Minuten (mündliche Prüfung)
Sprache	Deutsch
Angebotsturnus	unregelmäßig
Lehrende/r	Prof. Dr. Wolfgang Seiler
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Wolfgang Seiler
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	-
Verwendbarkeit	MSc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, Lehramt Mathematik, M.Sc. Wirtschaftspädagogik, M.Sc. Mathematik
Einordnung Fachsemester	in 1./2./3. Fachsemester

MAB 506	Game theory
Form of module	Lectures with exercises
Type of module	Mathematik B
Level	Master
ECTS	8
Workload	<p>Study in course: 84 h per semester (6 SWS)</p> <p>Self-study: 154 h per semester:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 126 h preparation and repetition of the course • 28 h preparation of the exam
Prerequisites	Linear Algebra I & II/A, Analysis I & II
Aim of module	Foundations of game theory, games in normal form, Nash equilibria, zero sum games, extensive games (with or without chance and with or without perfect information), subgame perfect equilibria, cooperative games, Shapley value, via examples applications in economics.
Learning outcomes and qualification goals	<p>Competence in the subject:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Good knowledge of game theory (MK1). • Familiarity with some applications in economics (MK2).
	<p>Competence in methods:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ability to read all scientific papers on game theory (MF1, MO3). • Ability to model concrete problems in economics with the tools of game theory (MF2).
	<p>Social competence:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Use strategic thinking with sense of proportion (MO4).
Media	Beamer presentation and/or blackboard and/or videos, script
Literature	<ul style="list-style-type: none"> • S.K. Berninghaus, K.-M. Ehrhart, W. Güth: Strategische Spiele. Eine Einführung in die Spieltheorie. Springer, 3. Auflage 2010. • K. Binmore: Game theory. A very short introduction. Oxford University Press, 2007. • J. González-Díaz, I. García-Jurado, M.G. Fiestras-Janeiro: An introductory course on mathematical game theory. Graduate Studies in Mathematics vol. 115, American Mathematical Society, 2010.

	<ul style="list-style-type: none"> • M.J. Holler, G. Illing: Einführung in die Spieltheorie. Springer, 7. Auflage 2009.
Methods	Lectures (4 SWS) and exercises (2 SWS)
Form of assessment	Written exam
Admission requirements for assessment	Successful participation in the exercise classes, i.e. 50% of the points for the homework
Duration of assessment	90 minutes
Language	English
Offering	Every two years in the autumn term
Lecturer	Prof. Dr. Claus Hertling
Person in charge	Prof. Dr. Claus Hertling
Duration of module	1 semester
Further modules	Spieltheorie II, Fortgeschrittenenseminar Spieltheorie
Range of application	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, Lehramt Mathematik, M.Sc. Mathematik
Semester	1st, 2nd or 3rd in a master, 5th in a bachelor

MAB 507	Spieltheorie II* <i>Game Theory II</i>
Form der Veranstaltung	Vorlesung mit Übung
Typ der Veranstaltung	Mathematik B
Modulniveau	Master
ECTS	5
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 42 h pro Semester (3 SWS)
	Eigenstudium: 100 h pro Semester <ul style="list-style-type: none"> • davon Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung und freies Selbststudium: 86 h pro Semester • davon Vorbereitung für die Prüfung, z.B. Prüfungs-/Seminarabschlussarbeits- und Präsentationsvorbereitung: 14 h pro Semester
Vorausgesetzte Kenntnisse	Eine Spieltheorie-Vorlesung
Lehrinhalte	Verhandlungsspiele, Rubinstein-Spiel, Spiele mit unvollständiger Information, Bayes'sches Gleichgewicht, Auktionstheorie, in Form von Beispielen Anwendungen auf die Wirtschaftswissenschaften.
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Fundierte Kenntnisse der Spieltheorie (MK1). • Bekanntschaft mit einigen Anwendungen in den Wirtschaftswissenschaften (MK2).
	Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Alle wissenschaftlichen Arbeiten zur Spieltheorie lesen können (MF1, MO3). • Bei konkreten Situationen vor allem in den Wirtschaftswissenschaften diese in Modellen der Spieltheorie fassen und analysieren können (MF2).
	Personale Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Strategisches Denken mit Bedacht einsetzen können (MO4).
Medienformen	Tafelanschriften, online abrufbares Skript
Begleitende Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • S.K. Berninghaus, K.-M. Ehrhart, W. Güth: Strategische Spiele. Eine Einführung in die Spieltheorie. Springer, 3. Auflage 2010. • J. González-Díaz, I. García-Jurado, M.G. Fiestras-Janeiro: An introductory course on mathematical game theory. Graduate Studies in Mathematics vol. 115, American Mathematical Society, 2010.

	<ul style="list-style-type: none"> • M.J. Holler, G. Illing: Einführung in die Spieltheorie. Springer, 7. Auflage 2009.
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung (2 SWS) und Übung (1 SWS)
Art der Prüfungsleistung	Mündliche oder schriftliche Prüfung
Prüfungsvorleistung	-
Prüfungsdauer	90 Minuten (schriftliche Prüfung) 30 Minuten (mündliche Prüfung)
Sprache	Deutsch
Angebotsturnus	FSS
Lehrende/r	Prof. Dr. Claus Hertling
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Claus Hertling
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	-
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik
Einordnung Fachsemester	in 1./2./3. Fachsemester

MAB 508	Algebraische Statistik <i>Algebraic Statistics</i>
Form der Veranstaltung	Vorlesung mit Übung
Typ der Veranstaltung	Mathematik B
Modulniveau	Master
ECTS	8
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 84 h pro Semester (6 SWS)
	Eigenstudium: 154 h pro Semester <ul style="list-style-type: none"> • davon Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung und freies Selbststudium: 126 h pro Semester • davon Vorbereitung für die Prüfung, z.B. Prüfungs- /Seminarabschlussarbeits- und Präsentationsvorbereitung: 28 h pro Semester
Vorausgesetzte Kenntnisse	Lineare Algebra I & II/A
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Stichprobenmengen als algebraische Varietäten • Gröbnerbasen • Der Fächer eines Ideals • Identifikation der schätzbaren Modelle • Nichtpolynomiale Modelle • Markovbasen und Kontingenztests
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Kenntnisse der Idealtheorie und der Rolle von Gröbnerbasen (MK1) • Basen des Restklassenrings nach einem Ideal als Ausgangspunkt von Modellen (MK2) • Signifikanztests auf der Basis von Kontingenztafeln (MK2)
	Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Berechnung von Gröbnerbasen nach Buchberger (MO2) • Bestimmung eines Ideals zu einer vorgegebenen Stichprobe (MK2, MO2) • Identifikation möglicher Modelle zur Interpretation einer Stichprobe (MK2, MO2) • Abschätzung der Signifikanz von Aussagen anhand von Kontingenztafeln (MO2)
	Personale Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Verständnis der Rolle algebraischer Methoden bei der Wahl und • Identifikation von Modellen (MK2, MO2) • Kritische Würdigung der verschiedenen Methoden zur Schätzung

	<ul style="list-style-type: none"> • von Signifikanzniveaus anhand von Kontingenztafeln (MK2, MO2)
Medienformen	Präsentation mit Tafelanschrieb, Beispiele und Algorithmen mit Computeralgebrasystem via Beamer
Begleitende Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Pistone/Riccomagno/Wynn: Algebraic Statistics – Computational Commutative Algebra in Statistics • Aoki/Hara/Takemura: Markov Bases in Algebraic Statistics • Zum Kapitel über Gröbnerbasen ist auch ein eigenes Skript online verfügbar.
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)
Art der Prüfungsleistung	Mündliche oder schriftliche Prüfung
Prüfungsvorleistung	-
Prüfungsdauer	90 Minuten (schriftliche Prüfung) 30 Minuten (mündliche Prüfung)
Sprache	Deutsch
Angebotsturnus	unregelmäßig
Lehrende/r	Prof. Dr. Wolfgang Seiler
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Wolfgang Seiler
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	-
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, Lehramt Mathematik, M.Sc. Wirtschaftspädagogik, M.Sc. Mathematik
Einordnung Fachsemester	in 1./2./3. Fachsemester

MAB 511	Applied Topology
Form of module	Lecture Course with Tutorials
Type of module	Mathematics B
Level	Master
ECTS	8
Workload	Classroom instruction: 84h per semester (6 SWS) Self study: 154 h per semester
Prerequisites	Linear Algebra I and IIa, Analysis I and II
Aim of module	Foundation of Topology (i.a. simplicial complexes, homology, duality and cohomology, etc.) persistence, applications e.g. in the area of data analysis
Learning outcomes and qualification goals	Professional competence: solid understanding of the basic concepts of topology, and their applications of concrete examples
	Competence in methods: ability to apply abstract methods from the area of topology to concrete problems
	Personal competence: ability to think in abstract terms and apply abstract concepts to concrete problems
Media	Blackboard presentation
Literature	Will be announced in the lectures
Methods	Lectures (4SWS) and Tutorials (2SWS)
Form of assessment	Written or oral exam
Admission requirements for assessment	
Duration of assessment	90 min (written) or 30 min (oral)
Language	English
Offering	HWS
Lecturer	Prof. Dr. Daniel Roggenkamp
Person in charge	Prof. Dr. Daniel Roggenkamp

Duration of module	1 semester
Further modules	Applied Topology II
Range of application	MSc Wirtschaftsmathematik, BSc Wirtschaftsmathematik, MSc Mathematik
Semester	1./2./3. semester

MAB 512	Applied Topology II
Form of module	Lecture Course with Tutorials
Type of module	Mathematics B
Level	Master
ECTS	5
Workload	Classroom instruction: 56h per semester (4 SWS) Self study: 100 h per semester
Prerequisites	Applied Topology
Aim of module	Advanced subjects in topology (e.g. methods of homological algebra) and their applications in data analysis. Persistent homology and barcodes. Multi-dimensional and zick zack persistence.
Learning outcomes and qualification goals	Professional competence: solid understanding of the basic concepts of topology, und their applications of concrete examples
	Competence in methods: ability to apply abstract methods from the area of topology to concrete problems
	Personal competence: ability to think in abstract terms and apply abstract concepts to concrete problems
Media	Blackboard presentation
Literature	Will be announced in the lectures
Methods	Lectures (3SWS) and Tutorials (1SWS)
Form of assessment	Written or oral exam
Admission requirements for assessment	
Duration of assessment	90 min (written) or 30 min (oral)
Language	English
Offering	FSS
Lecturer	Prof. Dr. Daniel Roggenkamp

Person in charge	Prof. Dr. Daniel Roggenkamp
Duration of module	1 semester
Further modules	
Range of application	MSc Wirtschaftsmathematik, BSc Wirtschaftsmathematik, MSc Mathematik
Semester	1./2./3. semester

MAB 513	Computeralgebra <i>Computer Algebra</i>
Form der Veranstaltung	Vorlesung mit Übung
Typ der Veranstaltung	Mathematik B
Modulniveau	Master
ECTS	8
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 84 h pro Semester (6 SWS)
	Eigenstudium: 154 h pro Semester <ul style="list-style-type: none"> • davon Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung und freies Selbststudium: 126 h pro Semester • davon Vorbereitung für die Prüfung, z.B. Prüfungs- /Seminarabschlussarbeits- und Präsentationsvorbereitung: 28 pro Semester
Vorausgesetzte Kenntnisse	Lineare Algebra I & II/A
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Exaktes, numerisches und symbolisches Rechnen • Explizite Lösungsformeln für Gleichungen bis zum Grad vier • Polynomringe in mehreren Veränderlichen und Gröbner-Basen • Eliminationsordnungen und nichtlineare Gleichungssysteme • Hilbertscher Nullstellensatz • Vielfachheiten von Lösungen • Alternative Lösungsmethoden (univariate Polynome, Resultanten) • Modulare und p-adische Methoden in der Computeralgebra
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Kenntnis der jeweiligen Vor- und Nachteile von numerischem gegenüber symbolischem Rechnen • Einsatzmöglichkeiten modularer und p-adischer Methoden (MK1) • Grundlegende Sätze über Polynomringe und ihre Ideale (MK1) • Gröbnerbasen und ihre Anwendungen (MK1)
	Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Grundkenntnisse im Umgang mit einem Computeralgebrasystem

	<ul style="list-style-type: none"> • Lösungsverfahren für nichtlineare Gleichungssysteme (MK1) • Berechnung von Gröbnerbasen nach Buchberger (MK1)
	Personale Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Fähigkeit zur Lösung mathematischer Probleme durch symbolisches Rechnen • Verständnis der Mathematik hinter einigen wichtigen Algorithmen der Computeralgebra (MK1)
Medienformen	Präsentationen mit Tafelanschrieb, Beispiele und Algorithmen mit Computeralgebrasystem via Beamer
Begleitende Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Eigenes Skript (online) • M. Kaplan: Computeralgebra • F. Winkler: Polynomial Algorithms in Computer Algebra • K.O. Geddes, S.R. Czabor, G. Labahn: Algorithms for Computer Algebra
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
Art der Prüfungsleistung	Mündliche oder schriftliche Prüfung
Prüfungsvorleistung	-
Prüfungsdauer	30 Minuten (mündliche Prüfung) 90 Minuten (schriftliche Prüfung)
Sprache	Deutsch
Angebotsturnus	unregelmäßig
Lehrende/r	Prof. Dr. Wolfgang Seiler
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Wolfgang Seiler
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	-
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Volkswirtschaftslehre, M.Sc. Wirtschaftspädagogik, Lehramt Mathematik, M.Sc. Mathematik
Einordnung Fachsemester	in 1.-3. Fachsemester Master, 5./6. Fachsemester Bachelor

MAB 516	Mathematik der Information* <i>Mathematics of Information</i>
Form der Veranstaltung	Vorlesung
Typ der Veranstaltung	Mathematik B
Modulniveau	Master
ECTS	4
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 28 h pro Semester (2 SWS)
	Eigenstudium: 92 h pro Semester <ul style="list-style-type: none"> • davon Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung und freies Selbststudium: 64 h pro Semester • Vorbereitung auf die Prüfung 28 h pro Semester
Vorausgesetzte Kenntnisse	Analysis I & II, Lineare Algebra I & II/A, Stochastik 1
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Shannons Entropie • Kellys ökonomische Interpretation der Entropie • Log-optimale Portfolios • Vektorraummethoden in der Informationssuche • Matrixzerlegungen und latente semantische Analyse • PageRank und verwandte Verfahren
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Quantisierung von Information und inhaltliche Interpretation der entsprechenden Maße (MK1, MO2) • Verständnis für Möglichkeiten und Grenzen log-optimaler Anlagestrategien (MK2, MF1, MF2) • Verständnis für die Rolle der Linearen Algebra in der Informationssuche und der Klassifikation von Information (MK1, MK2, MF1, MF2)
	Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Umgang mit gängigen Informationsmaßen (MF2) • Berechnung log-optimaler und universeller Portfolios (MK2, MF1, MF2) • Berechnung von PageRank und verwandten Rängen (MK1, MK2, MF1, MF2) • Latente semantische Analyse via Singulärwertzerlegung (MK2, MF2)
	Personale Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Fähigkeit, intuitiv gegebene Begriffe wie Information, optimale sichere Anlagestrategie, Wichtigkeit oder Ähnlichkeit von Dokumenten und Webseiten durch verschiedene Ansätze mathematisch zu modellieren und die Vor- und Nachteile der verschiedenen Möglichkeiten abzuschätzen (MK2, MF2, MO2, MO4)

Medienformen	Präsentationen mit Tafelanschrieb, Beispiele und Algorithmen mit Computeralgebrasystem via Beamer
Begleitende Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Eigenes Skript (online) • T. Cover, J. Thomas: Elements of Information Theory • M. Berry, M. Browne: Understanding Search Engines – Mathematical modeling and text retrieval • M. Langville, C. Meyer: Google's PageRank and Beyond – the science of search engine rankings • D. Skillicorn: Understanding komplex Datasets – Data Mining with Matrix Decompositions
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung (2 SWS)
Art der Prüfungsleistung	Mündliche oder schriftliche Prüfung
Prüfungsvorleistung	-
Prüfungsdauer	90 Minuten (schriftliche Prüfung) 30 Minuten (mündliche Prüfung)
Sprache	Deutsch, auf Wunsch Englisch
Angebotsturnus	unregelmäßig
Lehrende/r	Prof. Dr. Wolfgang Seiler
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Wolfgang Seiler
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	-
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, Lehramt Mathematik, M.Sc. Wirtschaftspädagogik, M.Sc. Mathematik
Einordnung Fachsemester	in 1./2./3. Fachsemester

MAB 517	Einführung in die Algebraische Statistik* <i>Introduction to Algebraic Statistics</i>
Form der Veranstaltung	Vorlesung
Typ der Veranstaltung	Mathematik B
Modulniveau	Master
ECTS	4
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 28 h pro Semester (2 SWS)
	Eigenstudium: 92 h pro Semester <ul style="list-style-type: none"> davon Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung und freies Selbststudium: 64 h pro Semester Vorbereitung auf die Prüfung 28 h pro Semester
Vorausgesetzte Kenntnisse	Analysis I & II, Lineare Algebra I & II/A, Stochastik 1
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> Stichproben als Nullstellenmengen von Polynomen Gröbnerbasen von Idealen Identifikation der auf Grund einer Stichprobe schätzbaren Modelle Kontingenztests und Markovbasen
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> Grundzüge der Idealtheorie und der Rolle von Gröbnerbasen (MK1) Zusammenhang zwischen schätzbaren Modellen und Vektorraumbasen von Restklassenringen (MK2) Anwendung von Markovbasen auf Kontingenztests im Falle kleiner Stichproben (MK2)
	Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> Explizite Berechnung von Gröbnerbasen (MO2) Bestimmung eines Ideals zu einer Stichprobe (MK2, MO2) Bestimmung schätzbaren Modelle zu einer gegebenen Stichprobe (MK2, MO2) Abschätzung der Signifikanz von Aussagen anhand von Kontingenztafeln für kleine Stichproben (MO2)
	Personale Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> Verständnis der Rolle algebraischer Methoden in der Stichprobentheorie (MK2, MO2) Grundkenntnisse in Computeralgebra (MK1), MO2) Verständnis von Vor- und Nachteilen verschiedener Verfahren zum Umgang mit Kontingenztafeln (MK2, MO2)
Medienformen	Präsentationen mit Tafelanschrieb, Beispiele und Algorithmen mit Computeralgebrasystem via Beamer
Begleitende Literatur	<ul style="list-style-type: none"> Eigenes Skript (online)

	<ul style="list-style-type: none"> • Pistone/Riccomagno/Wynn: Algebraic Statistics – Computational Commutative Algebra in Statistics • Hibi [Hrsg.]: Gröbner Bases – Statistics and Software Systems • Aoki/Hara/Takemura: Markov Bases in Algebraic Statistics
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung (2 SWS)
Art der Prüfungsleistung	Mündliche oder schriftliche Prüfung
Prüfungsvorleistung	-
Prüfungsdauer	90 Minuten (schriftliche Prüfung) 30 Minuten (mündliche Prüfung)
Sprache	Deutsch, auf Wunsch Englisch
Angebotsturnus	Unregelmäßig
Lehrende/r	Prof. Dr. Wolfgang Seiler
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Wolfgang Seiler
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	-
Verwendbarkeit	MSc. Wirtschaftsmathematik, Msc. Mathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, Lehramt Mathematik, M.Sc. Wirtschaftspädagogik
Einordnung Fachsemester	in 1./2./3. Fachsemester für Master (Wirtschafts-)mathematik

3. WAHLPFLICHTVERANSTALTUNGEN MATHEMATIK C (WIRTSCHAFTSNAH)

MAC 502	Computational Finance
Form of module	Lecture with exercise classes (inverted classroom)
Type of module	Mathematik C
Level	Master
ECTS	6
Workload	Inverted classroom instruction: 56 hours per semester Self-study: 124 hours per semester
Prerequisites	Advance Mathematical Finance, Monte Carlo Methods
Aim of module	Numerical methods for derivative pricing. Topics include: <ul style="list-style-type: none"> • Basic tools of numerical and stochastic analysis • Pricing of European options PDE- and Monte-Carlo-Methods • Pricing of American options via Tree- and Regression Methods
Learning outcomes and qualification goals	MK2, MO3
	MF1, MF2
	(cf "Erläuterungen zu den Abkürzungen")
Media	Videos, Beamer presentation and blackboard
Literature	<ul style="list-style-type: none"> • Lecture Notes • Fusai, Roncoroni: Implementing Models in Quantitative Finance: Methods and Cases, Springer, 2008 • Glasserman: Monte Carlo methods in financial engineering, Springer, 2003 • Higham: An Introduction to Financial Option Valuation: Mathematics, Stochastics and Computation, CUP, 2004 • Korn et al.: Monte Carlo methods and models in finance and insurance, Chapman & Hall, 2012
Methods	Lecture, theoretical and programming exercises, quizzes and question hours
Form of assessment	Oral exam
Admission requirements for assessment	Successful participation in the exercise classes, i.e. 50% of the points for the homework

Duration of assessment	30 min
Language	English
Offering	FSS
Lecturer	Prof. Dr. A. Neuenkirch
Person in charge	Prof. Dr. A. Neuenkirch
Duration of module	1 semester
Further modules	--
Range of application	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, MMDS, M.Sc. Mathematik
Semester	1 st , 2 nd or 3 rd

MAC 503	Einführung in die Extremwertstatistik <i>Introduction to Extreme Value Statistics</i>
Form der Veranstaltung	Vorlesung mit Übung
Typ der Veranstaltung	Mathematik C
Modulniveau	Master
ECTS	8
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 84 h pro Semester (6 SWS)
	Eigenstudium: 154 h pro Semester <ul style="list-style-type: none"> davon Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung und freies Selbststudium: 126 h pro Semester davon Vorbereitung für die Prüfung, z.B. Prüfungs- und Seminarabschlussarbeits- und Präsentationsvorbereitung: 28 h pro Semester
Vorausgesetzte Kenntnisse	Stochastik 1 & 2
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> univariate und multivariate Extremwerttheorie Maxima von unabhängig und identisch verteilten Zufallsvariablen max-stabile Verteilungen und ihre Anziehungsbereiche max-unendlich oft teilbare Verteilungen; Spektral-Maß; Punktprozess-Darstellung; Charakteristiken Schätzer für den extreme value index
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> Grundkenntnisse der univariaten und multivariaten Extremwerttheorie und der Anwendung (MK1) Grundkenntnisse über regulär variierende Funktionen
	Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> Schätzen von Modellparametern für und Vorhersage von extremen Ereignissen im Sinne der Extremwerttheorie (MK2) Grundlegende Rechenverfahren in der Extremwerttheorie (MK1, MF3)
	Personale Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> Problembewusstsein für und qualifizierter Umgang mit Extremereignissen (MO3, MO4) Kompetenz im Umgang mit nicht additiven Strukturen in der Stochastik (MF3, MO3)
Medienformen	Präsentationen mit Beamer, Tafelanschriebe
Begleitende Literatur	<ul style="list-style-type: none"> S. I. Resnick. Extreme Values, Regular Variation and Point Processes. Springer, 2008

	<ul style="list-style-type: none"> • L. de Haan, Ana Ferreira. Extreme Value Theory: An Introduction. Springer, 2006. • P. Embrechts, C. Klüppelberg, T. Mikosch. Modelling Extremal Events for Insurance and Finance. Springer, 1997. • J. Beirlant, Y. Goegebeur, J. Segers, J. Teugels. Statistics of Extremes: Theory and Applications. Wiley, Chichester, 2005. • S. Coles. An Introduction to Statistical Modeling of Extreme Values. Springer, 2001. • S. Kotz, S. Nadarajah. Extreme Value Distributions: Theory and Applications. Imperial College Press, 2000.
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
Art der Prüfungsleistung	Mündliche Prüfung
Prüfungsvorleistung	50% der Punkte bei schriftlichen Lösungen und 50% gründliche Bearbeitung beim Votiersystem, sowie zweimaliges Vorrechnen in Übungsgruppen
Prüfungsdauer	30 Minuten (mündliche Prüfung)
Sprache	Deutsch
Angebotsturnus	HWS 2020, HWS 2023, HWS 2026
Lehrende/r	Prof. Dr. Martin Schlather
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Martin Schlather
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	-
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Volkswirtschaftslehre, Lehramt Mathematik, M.Sc. Mathematik
Einordnung Fachsemester	in 1./2./3. Fachsemester

MAC 506	Zeitreihenanalyse und Räumliche Statistik <i>Times Series Analysis and Spatial Statistics</i>
Form der Veranstaltung	Vorlesung mit Übung
Typ der Veranstaltung	Mathematik C
Modulniveau	Master
ECTS	8
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 84 h pro Semester (6 SWS)
	Eigenstudium: 154 h pro Semester <ul style="list-style-type: none"> • davon Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung und freies Selbststudium: 126 h pro Semester • davon Vorbereitung für die Prüfung, z.B. Prüfungs- und Seminarabschlussarbeits- und Präsentationsvorbereitung: 28 h pro Semester
Vorausgesetzte Kenntnisse	Stochastik 1 & 2
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Zeitreihenanalyse • Gaußsche Prozesse • Stationarität und Isotropie • Intrinsisch stationäre Prozesse • Zählmaße, Poisson-Prozess • Momentenmaße • Markierte Punktprozesse
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Grundkenntnisse der Geostatistik (MK1) • Grundkenntnisse der Zeitreihenanalyse (MK2) • Grundkenntnisse der Punktprozessstheorie (MK1) • Grundkenntnisse der markierten Punktprozesse (MK1)
	Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Analyse, Schätzen und Vorhersage bei einfachen geostatistischen Datensätzen (MK2) • Einfache Analyse von Zeitreihen (MK2) • Analyse von Punktfeldern (MK2)
	Personale Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Problembewusstsein für und qualifizierter Umgang mit stochastischen Prozessen (MF3, MO3, MO4) • Kompetenz, bei einer vorgegebenen Datensituation geeignete Verfahren auszuwählen (MF2, MF3, MO4) • Kompetenz, zwischen Daten von Punktfeldern und geostatistischen Daten zu unterscheiden (MF2, MO4)
Medienformen	Präsentationen mit Beamer, Tafelanschriebe
Begleitende Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • J.-P. Chiles & P. Delfiner: Geostatistics. Modeling Spatial Uncertainty. Wiley, New York, 1999

	<ul style="list-style-type: none"> • G. Matheron: Lecons sur les fonctions aleatoires d'ordre 2. Techn. Bericht. ENSMP, Fontainebleau. http://cg.ensmp.fr/bibliotheque/index.html#1972, 1972 • M. Scheuerer: A Comparison of Models and Methods for Spatial Interpolation in Statistics and Numerical Analysis. Dissertation, Göttingen, 2009 • E. Spodarev. Random fields I. Lecture notes, Universität Ulm, 2011. • Stoyan, Kendall, Mecke (1995) Stochastic Geometry and its Applications
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung (4 SWS) und Übung (2 SWS)
Art der Prüfungsleistung	mündliche Prüfung
Prüfungsvorleistung	50% der Punkte bei schriftlichen Lösungen und 50% gründliche Bearbeitung beim Votiersystem, sowie zweimaliges Vorrechnen in Übungsgruppen
Prüfungsdauer	30 Minuten
Sprache	Deutsch
Angebotsturnus	HWS 2022, HWS 2025, HWS 2028
Lehrende/r	Prof. Dr. Martin Schlather
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Martin Schlather
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	Seminar zur Räumlichen Statistik
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Volkswirtschaftslehre, Lehramt Mathematik, M.Sc. Mathematik
Einordnung Fachsemester	in 1./2./3. Fachsemester

MAC 508	Numerik Stochastischer Differentialgleichungen <i>Computational Stochastic Differential Equations</i>
Form der Veranstaltung	Vorlesung mit Übung
Typ der Veranstaltung	Mathematik C
Modulniveau	Master
ECTS	6
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 56 h pro Semester (4 SWS)
	Eigenstudium: 126 h pro Semester <ul style="list-style-type: none"> • davon Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung und freies Selbststudium: 98 h pro Semester • davon Vorbereitung für die Prüfung, z.B. Prüfungs-/ Seminarabschlussarbeits- und Präsentationsvorbereitung: 28 h pro Semester
Vorausgesetzte Kenntnisse	Numerik, Wahrscheinlichkeitstheorie I, Stochastische Simulation/Monte Carlo Methods
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Theoretische Grundlagen: stochastische Prozesse; stochastische Integration und stochastische Differentialgleichungen. • Numerik: Simulation von Gaußprozessen; Fehlerbegriffe; Klassische Approximationsverfahren; Quadratur von stochastischen Differentialgleichungen; Monte-Carlo-Verfahren; Anwendungen in Technik und Finanzmathematik
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: Die Studierenden haben die grundlegenden Fragestellungen und wichtigsten Methoden der Numerik stochastischer Differentialgleichungen erlernt, insbesondere die Unterschiede zwischen den verschiedenen Approximationsbegriffen, das Euler- und Milsteinverfahren sowie Multi-level Monte-Carlo-Verfahren (MK1, M02).
	Methodenkompetenz: Die Studierenden können nach Besuch des Moduls gegebene numerische Probleme für stochastische Differentialgleichungen klassifizieren und zur Bearbeitung geeignete Verfahren auswählen bzw. konstruieren (MF1, MF2, M03).
	Personale Kompetenz: Teamarbeit
Medienformen	Tafelanschrieb, Beamerpräsentation

Begleitende Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Kloeden, Platen: Numerical solution of stochastic differential equations. Springer, 1999 • Milstein, Tretjakov: Stochastic Numerics for Mathematical Physics. Springer, 2004 • Eigenes Skript
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS)
Art der Prüfungsleistung	mündliche Prüfung
Prüfungsvorleistung	Bearbeitung von Übungsblättern und jeweils 50 % der Übungsaufgaben und Votieraufgaben bestanden
Prüfungsdauer	30 Minuten
Sprache	Deutsch
Angebotsturnus	HWS
Lehrende/r	Prof. Dr. Andreas Neuenkirch, Dr. Peter Parczewski
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Andreas Neuenkirch, Dr. Peter Parczewski
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	-
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik
Einordnung in Fachsemester	1./2./3. Fachsemester

MAC 509	Numerics of Ordinary Differential Equations <i>Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen</i>
Form der Veranstaltung	Vorlesung mit Übung
Typ der Veranstaltung	Mathematik C
Modulniveau	Master
ECTS	6
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 56 h pro Semester (4 SWS)
	Eigenstudium: 126 h pro Semester <ul style="list-style-type: none"> davon Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung und freies Selbststudium: 98 h pro Semester davon Vorbereitung für die Prüfung, z.B. Prüfungs-/Seminarabschlussarbeits- und Präsentationsvorbereitung: 28 h pro Semester
Vorausgesetzte Kenntnisse	Numerik, Kenntnisse von Differentialgleichungen
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> Anfangswertprobleme: Einschrittverfahren, Mehrschrittverfahren Anfangswertprobleme steifer Differentialgleichungen Randwertprobleme: Differenzenverfahren, Variationsmethoden, Finite Elemente
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> Verständnis weiterführender Verfahren der Numerischen Mathematik (MK1, MK2) Konkretes Umsetzen und Anwenden der weiterführenden Verfahren in Programmcodes (MK1, MK2, MO2, MO4) Interpretation numerischer Ergebnisse (MK1, MK2)
	Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> Mathematische Modellierung eines Problems (MF1, MF2) Konkrete Problemlösungsstrategien und deren Interpretation (MF1, MF2)
	Personale Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> Teamarbeit (MO2, MO3)
Medienformen	Präsentationen mit Tafelanschriebe, Beamer und Folien
Begleitende Literatur	<ul style="list-style-type: none"> Eigenes Skript (online) P. Deuflhard, A.Hohmann: Numerische Mathematik II Hanke-Bourgeois: Grundlagen der Numerischen Mathematik und des Wissenschaftlichen Rechnens J. Stoer: Einführung in die Numerische Mathematik II
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS)
Art der Prüfungsleistung	mündliche Prüfung

Prüfungsvorleistung	Mindestens 75% der Punkte der Programmieraufgaben
Prüfungsdauer	30 Minuten
Sprache	Englisch
Angebotsturnus	HWS
Lehrende/r	Prof. Dr. Simone Göttlich
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Simone Göttlich; Prof. Dr. Andreas Neuenkirch
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	Numerik partieller Differentialgleichungen, Seminar Modellierung und Simulation
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, Lehramt Mathematik, M.Sc. Mathematik
Einordnung Fachsemester	in 1./2./3. Fachsemester

MAC 510	Numerik partieller Differentialgleichungen <i>Numerics of Partial Differential Equations</i>
Form der Veranstaltung	Vorlesung mit Übung
Typ der Veranstaltung	Mathematik C
Modulniveau	Master
ECTS	8
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 84 h pro Semester (6 SWS)
	Eigenstudium: 154 h pro Semester <ul style="list-style-type: none"> davon Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung und freies Selbststudium: 126 h pro Semester davon Vorbereitung für die Prüfung, z.B. Prüfungs-/Seminarabschlussarbeits- und Präsentationsvorbereitung: 28 h pro Semester
Vorausgesetzte Kenntnisse	Numerik, Kenntnisse von Differentialgleichungen, Numerik von Differentialgleichungen I
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> Numerische Methoden für Hyperbolische partielle Differentialgleichungen Numerische Methoden für Parabolische partielle Differentialgleichungen Lösungsbegriff: klassische und schwache Lösung, Konsistenz, Stabilität und Konvergenz numerischer Lösungsverfahren
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> Verständnis weiterführender Verfahren der Numerischen Mathematik (MK1, MK2) Konkretes Umsetzen und Anwenden der weiterführenden Verfahren in Programmcodes (MK1, MK2, MO2, MO4) Interpretation numerischer Ergebnisse (MK1, MK2)
	Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> Mathematische Modellierung eines Problems (MF1, MF2) Konkrete Problemlösungsstrategien und deren Interpretation (MF1, MF2)
	Personale Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> Teamarbeit (MO2, MO3)
Medienformen	Präsentationen mit Tafelanschriften, Beamer und Folien
Begleitende Literatur	<ul style="list-style-type: none"> Eigenes Skript (online) LeVeque: Finite Volume Methods for Hyperbolic Problems LeVeque: Numerical Methods for Conservation Laws Großmann/Roos: Numerik Partieller Differentialgleichungen
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)

Art der Prüfungsleistung	mündliche Prüfung
Prüfungsvorleistung	Mindestens 75% der Punkte der Programmieraufgaben
Prüfungsdauer	30 Minuten
Sprache	Deutsch
Angebotsturnus	FSS
Lehrende/r	Prof. Dr. Simone Göttlich
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Simone Göttlich
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	Seminar Modellierung und Simulation, Scientific Computing Research Seminar
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, Lehramt Mathematik, M.Sc. Mathematik
Einordnung Fachsemester	in Ab dem 2. Fachsemester

MAC 512	Modeling, Measuring and Managing Risk <i>Modeling, Measuring and Managing Risk</i>
Form der Veranstaltung	Vorlesung mit Übung
Typ der Veranstaltung	Mathematik C
Modulniveau	Master
ECTS	6
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 42 h pro Semester (3 SWS)
	Eigenstudium: 126 h pro Semester <ul style="list-style-type: none"> davon Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung und freies Selbststudium: 112 h pro Semester davon Vorbereitung für die Prüfung, z.B. Prüfungs-/Seminarabschlussarbeits- und Präsentationsvorbereitung: 14 h pro Semester
Vorausgesetzte Kenntnisse	Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie/Stochastik 1
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> Quantile functions Copulas Modeling dependent risk factors Value at Risk Coherent and convex risk measures Model risk
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> Grundbegriffe und Vergleich der Bewertung von Risiko aus Sicht der Mikroökonomie, der Versicherungsmathematik und des Risikomanagements (MK1, MK2) Mathematische Behandlung ökonomischer Bewertungskriterien, z.B. mittels Darstellungssätzen (MK1, MK2) Einfache mathematische Konzepte der Stochastik, Maßtheorie und Funktionalanalysis (MK1)
	Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> Grundprinzipien des statischen Risikomanagements (MF2, MO1, MO3) Beherrschung der Terminologie der Risikobewertung (MO3, MO4) Erkennen, in welchen Situationen welche Bewertungsmethoden für Risiken sinnvoll sein können (MK1, MK2, MO2, MO3)
	Personale Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> Teamarbeit (MO2, MO3)
Medienformen	Vorlesung mit Tafelanschrieb

Begleitende Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Föllmer/Schied: Stochastic Finance: An Introduction in Discrete Time. 3rd ed. De Gruyter (2011) • McNeil/Frey/Embrechts: Quantitative Risk Management. Cambridge University Press (2006)
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung (2 SWS), Übung (1 SWS)
Art der Prüfungsleistung	Mündliche oder schriftliche Prüfung
Prüfungsvorleistung	erfolgreiche Teilnahme an den Übungen
Prüfungsdauer	90 Minuten (schriftliche Prüfung) 30 Minuten (mündliche Prüfung)
Sprache	Englisch
Angebotsturnus	Unregelmäßig
Lehrende/r	N.N.
Modulverantwortlicher	N.N.
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	-
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Volkswirtschaftslehre, M.Sc. Wirtschaftspädagogik, Lehramt Mathematik, M.Sc. Mathematik
Einordnung Fachsemester	in 1./2./3. Fachsemester

MAC 515	Probability Theory 1 – Stochastic Processes <i>(Wahrscheinlichkeitstheorie 1 – Stochastische Prozesse)</i>
Form of module	Lecture with exercise classes
Type of module	Mathematics C
Level	Master
ECTS	8
Workload	Lectures 56h Exercises classes: 28h Self-study: 156h
Prerequisites	Stochastik I
Aim of module	<ul style="list-style-type: none"> • Stochastic processes in discrete and continuous time • Martingale convergence theory • Weak convergence theory • Brownian motion • Donsker's theorem
Learning outcomes and qualification goals	MK1, M02, MO3
	MF1, MF3
	(cf "Erläuterungen zu den Abkürzungen")
Media	Blackboard, videos
Literature	<ul style="list-style-type: none"> • Lecture Notes • Achim Klenke "Probability Theory"
Methods	Lectures, theoretical exercises
Form of assessment	Oral exam
Admission requirements for assessment	Participation in the exercise
Duration of assessment	30 min
Language	English
Offering	FSS
Lecturer	Prof. Dr. L. Döring, Prof. Dr. M. Slowik, Prof. Dr. D. Prömel
Person in charge	Prof. Dr. L. Döring

Duration of module	1 semester
Further modules	--
Range of application	M.Sc. Mathematik, M.Sc. Wirtschaftsmathematik, Lehramt Mathematik
Semester	1 st , 2 nd , 3 rd , 4 th

MAC 518	Fortgeschrittenenkurs R <i>Advances in R</i>
Form der Veranstaltung	Vorlesung mit Übung
Typ der Veranstaltung	Mathematik C
Modulniveau	Master
ECTS	4
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 42 h pro Semester (3 SWS)
	Eigenstudium: 78 h pro Semester <ul style="list-style-type: none"> • davon Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung und freies Selbststudium: 33 h pro Semester • davon Projektarbeit: 30h pro Semester • davon Vorbereitung für die Prüfung, z.B. Prüfungs- /Seminarabschlussarbeits- und Präsentationsvorbereitung: 15 h pro Semester
Vorausgesetzte Kenntnisse	Grundlegende Kenntnisse in R
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Funktionen, insb. Environment-Konzept • Objektorientiertes Programmieren • Package-Programmierung (Hauptziel) • Debugging und Profiling • C-Schnittstelle
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Vertiefte Kenntnisse einer Programmiersprache in der Stochastik (MK2) • Vertiefte Kenntnisse zu einer komplexen Interpretersprache • Kenntnisse zu Schnittstellen zwischen Programmiersprachen
	Methodenkompetenz (MO4): <ul style="list-style-type: none"> • Erstellung von Funktionen und Paketen in einer Programmiersprache in der Stochastik • Umsetzen einfacher mathematischer und statistischer Fragestellungen in Programm-Code
	Personale Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Erfassen des Programm-Codes als Lösungsmodell eines mathematisch-statistischen Problems (MO4) • Reflektierte Verwendung von Funktionen (MO4) • Lösen komplexer Fragestellungen im Team
Medienformen	Präsentationen mit Beamer, Tafelanschiebe

Begleitende Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • U. Ligges. Programmieren mit R. Springer-Verlag, Heidelberg, 3rd edition, 2009. • W.N. Venables and B.D. Ripley. S Programming. Springer, New York, 2000.
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesungen, angeleitete Programmieraufgaben, Übungen, Projektarbeit
Art der Prüfungsleistung	Durchführung, Dokumentation und Verteidigung eines Projekt
Prüfungsvorleistung	50% der Punkte bei den Hausaufgaben
Prüfungsdauer	20 min Verteidigung
Sprache	Deutsch
Angebotsturnus	HWS 2021, HWS 2024, HWS 2027
Lehrende/r	Prof. Dr. Martin Schlather
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Martin Schlather
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	Seminar zu Computational Statistics
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Volkswirtschaftslehre, Lehramt Mathematik, M.Sc. Mathematik
Einordnung in Fachsemester	-

MAC 519	Optimale Kontrolle <i>Optimal Control</i>
Form der Veranstaltung	Vorlesung mit Übung
Typ der Veranstaltung	Mathematik C
Modulniveau	Master
ECTS	8
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 84 h pro Semester (6 SWS)
	Eigenstudium: 154 h pro Semester <ul style="list-style-type: none"> • davon Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung und freies Selbststudium: 126 h pro Semester • davon Vorbereitung für die Prüfung, z.B. Prüfungs-/Seminarabschlussarbeits- und Präsentationsvorbereitung: 28 h pro Semester
Vorausgesetzte Kenntnisse	Grundlegende Kenntnisse in Funktionalanalysis und Analysis partieller Differentialgleichungen. Kenntnisse zur Numerik gewöhnlicher und partieller Differentialgleichungen sind hilfreich.
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Steuerbarkeit und Optimalsteuerung elliptischer partieller Differentialgleichungen inklusive einfacher numerischer Verfahren • Steuerbarkeit und Optimalsteuerung parabolischer partieller Differentialgleichungen
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Verständnis der grundlegenden Konzepte der kontinuierlichen Optimierung (MK1), (MK2) • Kenntnis der einschlägigen numerischen Verfahren zur Lösung von Optimierungsproblemen (MK1), (MK2)
	Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Erkennen eines Optimierungsproblems und Umsetzung in eine mathematisch verwertbare Form (MF2) • Konkrete Problemlösungsstrategien und deren Interpretation (MF1), (MF2)
	Personale Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Teamarbeit (MO2), (MO3)
Medienformen	Vorlesung mit Tafelanschrieb, Beamer und Folien
Begleitende Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Fredi Tröltzsch; Optimale Steuerung partieller Differentialgleichungen. Theorie, Verfahren, Anwendungen
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
Art der Prüfungsleistung	mündliche Prüfung

Prüfungsvorleistung	Bearbeitung von Übungsblättern (genauer Prozentsatz wird vom jeweiligen Dozenten festgelegt und zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben)
Prüfungsdauer	30 Minuten
Sprache	Deutsch
Angebotsturnus	Unregelmäßig
Lehrende/r	Prof. Dr. Simone Göttlich
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Simone Göttlich
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	-
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, Lehramt Mathematik, M.Sc. Mathematik
Einordnung Fachsemester	in ab dem 2. Fachsemester

MAC 520	Modeling and Scientific Computing <i>Modeling and Scientific Computing</i>
Form der Veranstaltung	Vorlesung mit Übung
Typ der Veranstaltung	Mathematik C
Modulniveau	Master
ECTS	6
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 56 h pro Semester (4 SWS)
	Eigenstudium: 126 h pro Semester <ul style="list-style-type: none"> davon Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung und freies Selbststudium: 112 h pro Semester davon Vorbereitung für die Prüfung, z.B. Prüfungs- /Seminarabschlussarbeits- und Präsentationsvorbereitung: 14 h pro Semester
Vorausgesetzte Kenntnisse	Wird zu Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> Wird zu Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> Wird zu Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben
	Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> Wird zu Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben
	Personale Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> Wird zu Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben
Medienformen	Präsentationen mit Tafelanschiebe, Beamer und Folien
Begleitende Literatur	<ul style="list-style-type: none"> Wird zu Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS)
Art der Prüfungsleistung	mündliche Prüfung
Prüfungsvorleistung	Bearbeitung von Übungsblättern (genauer Prozentsatz wird vom jeweiligen Dozenten festgelegt und zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben)
Prüfungsdauer	30 Minuten
Sprache	Deutsch
Angebotsturnus	Unregelmäßig
Lehrende/r	Prof. Dr. Simone Göttlich
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Simone Göttlich

Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	Wird zu Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, Lehramt Mathematik, M.Sc. Mathematik
Einordnung in Fachsemester	1./2./3. Fachsemester

MAC 526	Reading course „Stochastische Modellierung“ <i>Stochastic Modelling</i>
Form der Veranstaltung	Vorlesung
Typ der Veranstaltung	Mathematik C
Modulniveau	Master
ECTS	8
Arbeitsaufwand	Kontaktzeiten: 5 h pro Semester
	Eigenstudium: 235 h pro Semester <ul style="list-style-type: none"> • davon Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung und freies Selbststudium: 205 h pro Semester • davon Vorbereitung für die Prüfung, z.B. Prüfungs- /Seminarabschlussarbeits- und Präsentationsvorbereitung: 30 h pro Semester
Vorausgesetzte Kenntnisse	Verschieden, hängt vom Thema ab
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Spezielle Kenntnisse aus einem Gebiet der Mathematik / Statistik
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz (MK1, MK2): <ul style="list-style-type: none"> • Spezielle Kenntnisse in einem Gebiet der Mathematik / Statistik
	Methodenkompetenz (MF1, MF3): <ul style="list-style-type: none"> • Erweiterung des Portfolios der bisherigen Methoden um weitere Methoden
	Personale Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Fähigkeit, sich selbst ein komplexeres Stoffgebiet der Mathematik/ Statistik anzueignen (MF1) • Festigung von bereits erworbenen Kompetenzen
Medienformen	
Begleitende Literatur	Verschieden, hängt vom Thema ab
Lehr- und Lernmethoden	Selbstständiges Lernen
Art der Prüfungsleistung	mündliche Prüfung
Prüfungsvorleistung	-
Prüfungsdauer	30 Minuten
Sprache	Deutsch
Angebotsturnus	Unregelmäßig

Lehrende/r	Prof. Dr. Martin Schlather
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Martin Schlather
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	-
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik
Einordnung Fachsemester	in 4. Fachsemester

MAC 527	Markov processes <i>Markov processes</i>
Form of module	Lecture
Type of module	Mathematics C
Level	Master
ECTS	5
Workload	Self-Study: 154 hours per semester
Prerequisites	Wahrscheinlichkeitstheorie 1
Aim of module	<ul style="list-style-type: none"> • Construction of stochastic processes (Theorem of Daniel-Kolmogorov) • Stopping and optional times and stopped processes • Markov processes and its properties (Markov property, strong Markov property, forward and backward equation) • Construction of Markov processes via the transition function • Semigroups of linear operators, resolvents and generators (Theorem of Hille-Yoshida) and its relation to Markov processes • Relation between Markov processes and martingales (Dynkin martingale) • functionals of Markov processes and partial differential equations
Learning outcomes and qualification goals	Professional skills: gaining a mathematical understanding of the fundamental results in the theory of Markov processes (MK1, MF3)
	Methodological competence: proper handling of the standard methods in the theory of Markov processes (MK1, MF3)
	Interpersonal skills: team work
Media	Videos and discussions/presentations on the blackboard
Literature	<ul style="list-style-type: none"> • Chung, "Lectures from Markov processes to Brownian motion" • Liggett, "Continuous Time Markov processes: An Introduction"

	<ul style="list-style-type: none"> • Stroock, "An Introduction to Markov Processes" • Pardoux, "Markov Processes and application" • Ethier, Kurtz, "Markov Processes: Characterization and convergence"
Methods	Lectures (2 SWS), supervision, homework problems
Form of assessment	Oral exam
Admission requirements for assessment	--
Duration of assessment	30 min
Language	English
Offering	Irregular
Lecturer	Prof. Dr. Leif Döring / Prof. Dr. Martin Slowik
Person in charge	Prof. Dr. Leif Döring
Duration of module	1 semester
Further modules	--
Range of application	M.Sc Wirtschaftsmathematik, B.Sc Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik
Semester	1 st , 2 nd , 3 rd

MAC 531	Lévy Processes (<i>Lévy Prozesse</i>)
Form of module	Lecture with exercise classes
Type of module	Mathematics C
Level	Master
ECTS	5
Workload	Lectures: 28h Exercises: 28h Self-study: 94h
Prerequisites	Stochastik I, Probability Theory 1
Aim of module	<ul style="list-style-type: none"> • Poisson measures • Lévy-Khintchin formula • Lévy processes • Lévy-Ito representation • Path properties
Learning outcomes and qualification goals	MK1, MK3, M01, MO3
	MF2, MF3
	(cf “Erläuterungen zu den Abkürzungen”)
Media	Blackboard
Literature	<ul style="list-style-type: none"> • Lecture Notes • Andreas Kyprianou “Fluctuations of Lévy processes with applications”
Methods	Lectures, theoretical exercises
Form of assessment	Oral exam
Admission requirements for assessment	Participation in the exercise
Duration of assessment	30 min
Language	English
Offering	Not regular
Lecturer	Prof. Dr. L. Döring
Person in charge	Prof. Dr. L. Döring

Duration of module	1 semester
Further modules	--
Range of application	M.Sc. Mathematik, M.Sc. Wirtschaftsmathematik
Semester	1 st , 2 nd , 3 rd , 4 th

MAC 534	Methods for Systems of Hyperbolic Conservation Laws
Form der Veranstaltung	Vorlesung mit Übungen, Blockveranstaltung
Typ der Veranstaltung	Mathematik C
Modulniveau	Master
ECTS	5
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 42 h pro Semester (3 SWS)
	Eigenstudium: <ul style="list-style-type: none"> • davon Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung und freies Selbststudium: 86 h pro Semester • davon Vorbereitung für die Prüfung, z.B. Prüfungs-/Seminarabschlussarbeits- und Präsentationsvorbereitung: 14 h pro Semester
Vorausgesetzte Kenntnisse	Numerik partieller Differentialgleichungen
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Systems of hyperbolic conservation laws and their relation to wave phenomena: hyperbolicity of first order systems (linear and nonlinear); well-posedness of initial and boundary value problems; shock phenomena; application to the equations of gas dynamics • Computational methods: Riemann solvers for systems; finite difference and finite volume methods; high-order accuracy and challenges
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Verständnis der theoretischen und numerischen Konzepte und deren Anwendbarkeit (MK1, MK2) • Konkretes Umsetzen der Verfahren in Programmcodes (MK1, MK2, MO2, MO4) • Interpretation numerischer Ergebnisse (MK1, MK2)
	Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Mathematische Modellierung eines Problems (MF1, MF2) • Konkrete Problemlösungsstrategien und deren Interpretation (MF1, MF2)
	Personale Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Teamarbeit (MO2, MO3)
Medienformen	Präsentationen mit Tafelanschriebe, Beamer und Folien
Begleitende Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Bressan, Hyperbolic systems of conservation laws. The one-dimensional Cauchy problem, Vol. 20, Lecture Series in

	<p>Mathematics and its Applications, Oxford University Press, 2000.</p> <ul style="list-style-type: none"> • C. M. Dafermos, Hyperbolic conservation laws in continuum physics, Vol. 325, Grundlehren der Mathematischen Wissenschaften, Springer-Verlag, Berlin, 3rd Edition, 2010. • E. Godlewski, P. A. Raviart, Numerical approximation of hyperbolic systems of conservation laws, Springer, Berlin, 1996. • A. Jeffrey, Quasilinear hyperbolic systems and waves, Pitman Publishing, London, 1976. • R. J. LeVeque, Numerical methods for conservation laws, Birkhauser, Basel, 1992. • D. Serre, Systems of conservation laws. 1. Cambridge University Press, Cambridge, 1999. • C.-W. Shu, Essentially non-oscillatory and weighted essentially non-oscillatory schemes for hyperbolic conservation laws, ICASE Report 1997-65. • E. Toro, Riemann solvers and numerical methods for fluid dynamics, Springer, Berlin, 1999.
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung (2 SWS), Übung (1 SWS)
Art der Prüfungsleistung	Mündliche Prüfung
Prüfungsvorleistung	Keine
Prüfungsdauer	30 Minuten
Sprache	Deutsch
Angebotsturnus	Unregelmäßig
Lehrende/r	Prof. Dr. Mapundi Banda
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Simone Göttlich
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	Optimierung bei Differentialgleichungen, Scientific Computing Research Seminar
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik
Einordnung Fachsemester	in Ab dem 2. Fachsemester

MAC 538	Anwendungen skalarer Erhaltungsgleichungen <i>Applications of scalar conservation laws</i>
Form der Veranstaltung	Vorlesung mit Übung
Typ der Veranstaltung	Mathematik C
Modulniveau	Master
ECTS	6
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 56 h pro Semester (4 SWS)
	Eigenstudium: 126 h pro Semester <ul style="list-style-type: none"> davon Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung und freies Selbststudium: 112 h pro Semester davon Vorbereitung für die Prüfung: 14 h pro Semester
Vorausgesetzte Kenntnisse	Dynamische Systeme
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> Theorie skalarer Erhaltungsgleichungen Mehrskalenmodellierung (Bsp. Verkehr, Produktion) Netzwerkmodelle (Bsp. Verkehr, Produktion)
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> Verständnis der Theorie von dynamischen Prozessen auf Netzwerken und deren Anwendbarkeit (MK1, MK2) Konkretes Umsetzen numerischer Verfahren in Programmcodes (MK1, MK2, MO2, MO4) Auswertung und Interpretation numerischer Ergebnisse (MK1, MK2)
	Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> Mathematische Modellierung eines Problems (MF1, MF2) Herleiten eines geeigneten mathematischen Rahmens Konkrete Problemlösungsstrategien und deren Interpretation (MF1, MF2)
	Personale Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> Teamarbeit (MO2, MO3) Präsentationstechnik
Medienformen	Präsentationen mit Tafelanschrieb, Beamer und Folien
Begleitende Literatur	<ul style="list-style-type: none"> C. D'Apice, S. Göttlich, M. Herty, B. Piccoli - Modeling, Simulation and Optimization of Supply Chains: A Continuous Approach - SIAM book series on Mathematical Modeling and Computation, 226 pages, 2010. M. Garavello, B. Piccoli – Traffic flow on networks - AIMS Series on Applied Mathematics, xvi+243 pages, 2006.
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS)

Art der Prüfungsleistung	Mündliche Prüfung
Prüfungsvorleistung	Mind. 75% der Punkte der Programmieraufgaben
Prüfungsdauer	30 Minuten
Sprache	Deutsch
Angebotsturnus	HWS
Lehrende/r	Prof. Dr. Simone Göttlich
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Simone Göttlich
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	Numerik partieller Differentialgleichungen, Scientific Computing Research Seminar
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, Lehramt Mathematik, M.Sc. Mathematik
Einordnung Fachsemester	in 1./2./3. Fachsemester

MAC 539	Schadenversicherungsmathematik I <i>Non-Life Insurance Mathematics I</i>
Form der Veranstaltung	Vorlesung
Typ der Veranstaltung	Mathematik C
Modulniveau	Master
ECTS	4
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 28 h pro Semester (2 SWS)
	Eigenstudium: 56 h pro Semester <ul style="list-style-type: none"> • davon 35 h Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung und freies Selbststudium • davon 21 h Vorbereitung für die Prüfung
Vorausgesetzte Kenntnisse	Wahrscheinlichkeitstheorie auf der Grundlage der Maß- und Integrationstheorie
Lehrinhalte	Risikomodelle: <ul style="list-style-type: none"> • Individuelles Modell • Kollektives Modell mit Anwendungen in Tarifierung, Reservierung und Rückversicherung • Dynamisches kollektives Modell
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: Grundkenntnis stochastischer Modelle der Schadenversicherungsmathematik
	Methodenkompetenz: Anwendung stochastischer Modelle der Schadenversicherungsmathematik
	Personale Kompetenz: Fähigkeit zur Kommunikation mit Aktuaren in der Praxis
Medienformen	Tafelanschrieb
Begleitende Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Schmidt: Versicherungsmathematik • Goelden et al.: Schadenversicherungsmathematik • Schmidt: Lectures on Risk Theory https://www.math.tu-dresden.de/sto/schmidt/book/risk.pdf
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung (2 SWS)
Art der Prüfungsleistung	Mündliche Prüfung
Prüfungsvorleistung	Keine
Prüfungsdauer	20 Minuten
Sprache	Deutsch

Angebotsturnus	FSS (gerades Jahr)
Lehrende/r	Prof. Dr. Klaus D. Schmidt
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Klaus D. Schmidt
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	<ul style="list-style-type: none"> • Schadenversicherungsmathematik II im FSS 2023 und voraussichtlich alle 2 Jahre im FSS • Fortgeschrittenenseminar zur Versicherungsmathematik
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik
Einordnung in Fachsemester	Master ab dem 1. Fachsemester, Bachelor ab dem 5. Fachsemester

MAC 540	Copulas und Konkordanzmaße <i>Copulas and Measures of Concordance</i>
Form der Veranstaltung	Vorlesung
Typ der Veranstaltung	Mathematik C
Modulniveau	Master
ECTS	4
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 28 h pro Semester (2 SWS)
	Eigenstudium: 56 h pro Semester, <ul style="list-style-type: none"> • davon 35 h Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung und freies Selbststudium • davon 21 h Vorbereitung für die Prüfung
Vorausgesetzte Kenntnisse	Wahrscheinlichkeitstheorie auf der Grundlage der Maß- und Integrationstheorie
Lehrinhalte	Copulas dienen der Darstellung und der Erzeugung von multivariaten Verteilungen. Konkordanzmaße bewerten mit Hilfe von Copulas stochastische Zusammenhänge zwischen Zufallsvariablen. <ul style="list-style-type: none"> • Copulas und der Satz von Sklar • Spezielle Copulas und Klassen von Copulas • Transformationen von Copulas • Copulamaße • Konkordanzmaße für Copulas
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: Grundkenntnisse über Copulas und Konkordanzmaße
	Methodenkompetenz: Anwendung von Copulas und Konkordanzmaßen, unter anderem in der Versicherungsmathematik
	Personale Kompetenz: Fähigkeit zur Kommunikation mit Aktuaren in der Praxis
Medienformen	Tafelanschrieb
Begleitende Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Durante, Sempi: Principles of Copula Theory • Nelsen: An Introduction to Copulas • Fuchs, Schmidt: Bivariate Copulas und Konkordanzmaße (Manuskript)
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung (2 SWS)
Art der Prüfungsleistung	Mündliche Prüfung
Prüfungsvorleistung	-

Prüfungsdauer	20 Minuten
Sprache	Deutsch
Angebotsturnus	HWS
Lehrende/r	Prof. Dr. Klaus D. Schmidt
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Klaus D. Schmidt
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	Fortgeschrittenenseminar zur Versicherungsmathematik
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik
Einordnung in Fachsemester	Master: ab dem 1. Fachsemester Bachelor: ab dem 5. Fachsemester

MAC 546	Schadenversicherungsmathematik II <i>Non-Life Insurance Mathematics II</i>
Form der Veranstaltung	Vorlesung
Typ der Veranstaltung	Mathematik C
Modulniveau	Master
ECTS	4
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 28 h pro Semester (2 SWS)
	Eigenstudium: 56 h pro Semester mit <ul style="list-style-type: none"> • 35 h Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung und freies Selbststudium • 21 h Vorbereitung für die Prüfung
Vorausgesetzte Kenntnisse	Wahrscheinlichkeitstheorie auf der Grundlage der Maß- und Integrationstheorie
Lehrinhalte	Tarifierung: <ul style="list-style-type: none"> • Risikomaße • Prämienprinzipien • Credibility-Theorie • Bonus-Malus-Systeme
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: Kenntnis der wichtigsten Methoden zur Kalkulation von Prämien in der Schadenversicherungsmathematik
	Methodenkompetenz: Vergleich, Bewertung und Anwendung von Methoden zur Kalkulation von Prämien in der Schadenversicherungsmathematik
	Personale Kompetenz: Fähigkeit zur Kommunikation mit Aktuarien in der Praxis
Medienformen	Tafelanschrieb
Begleitende Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Schmidt: Versicherungsmathematik • Goelden et al.: Schadenversicherungsmathematik • Schmidt: Théorie de Crédibilité (Manuskript Uni Strasbourg)
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung (2 SWS)
Art der Prüfungsleistung	Mündliche Prüfung
Prüfungsvorleistung	Keine
Prüfungsdauer	20 Minuten

Sprache	Deutsch
Angebotsturnus	FSS (ungerades Jahr)
Lehrende/r	Prof. Dr. Klaus D. Schmidt
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Klaus D. Schmidt
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	<ul style="list-style-type: none"> • Schadenversicherungsmathematik I im FSS 2022 und voraussichtlich alle 2 Jahre im FSS • Fortgeschrittenenseminar zur Versicherungsmathematik
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik, B.Sc. wirtschaftsmathematik
Einordnung in Fachsemester	Master ab dem 1. Fachsemester, Bachelor ab dem 5. Fachsemester

MAC 548	Fortgeschrittenenkurs C <i>Advances in C</i>
Form der Veranstaltung	Vorlesung mit Übung
Typ der Veranstaltung	Mathematik C
Modulniveau	Master
ECTS	4
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 42 h pro Semester (3 SWS)
	Eigenstudium: 78 h pro Semester <ul style="list-style-type: none"> davon Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung und freies Selbststudium: 63 h pro Semester davon Vorbereitung für die Prüfung, z.B. Prüfungs-/ Seminarabschlussarbeits- und Präsentationsvorbereitung: 15 h pro Semester
Vorausgesetzte Kenntnisse	Programmierkurs C
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> Wiederholung und Vertiefung Pointer-Programmierung einfache Parallelprogrammierung Debugging und Profiling Präprozessoranweisungen SIMD Graphikkartenprogrammierung
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> Vertiefte Kenntnisse einer Programmiersprache im Bereich Computational Statistics (MK2) Vertiefte Kenntnisse zu einer maschinennahen Compilersprache Kenntnisse zu Schnittstellen zwischen Programmiersprachen
	Methodenkompetenz (MO4): <ul style="list-style-type: none"> Erstellung von Funktionen und Paketen in einer Programmiersprache im Bereich Computational Statistics Umsetzen mathematischer und statistischer Fragestellungen in Programm-Code
	Personale Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> Erfassen des Programm-Codes als Lösungsmodell eines mathematisch-statistischen Problems (MO4) Reflektierte Verwendung von Funktionen (MO4) Lösen komplexer Fragestellungen im Team
Medienformen	Präsentationen mit Beamer, Tafelanschiebe

Begleitende Literatur	B. Schmidt et al.: Parallel Programming: Concepts and Practice. Elsevier
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesungen, angeleitete Programmieraufgaben, Übungen
Art der Prüfungsleistung	schriftliche Prüfung
Prüfungsvorleistung	50% der Punkte bei den Hausaufgaben
Prüfungsdauer	60 Minuten
Sprache	Deutsch
Angebotsturnus	FSS 2023, FSS 2026
Lehrende/r	Prof. Dr. Martin Schlather
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Martin Schlather
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	CS 610 GPU Programming
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Volkswirtschaftslehre, Lehramt Mathematik, M.Sc. Mathematik
Einordnung in Fachsemester	

MAC 554	Mathematische Methoden der Big Data Analytics I <i>Mathematical Methods of Big Data Analytics I</i>
Form der Veranstaltung	Vorlesung mit Übung
Typ der Veranstaltung	Mathematik C
Modulniveau	Master, für Bachelor geeignet
ECTS	8
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 84 h pro Semester (6 SWS)
	Eigenstudium: 154 h pro Semester <ul style="list-style-type: none"> davon Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung und freies Selbststudium: 126 h pro Semester davon Vorbereitung für die Prüfung: 28 h pro Semester
Vorausgesetzte Kenntnisse	Stochastik 1 & 2, Grundlagen der Ökonometrie
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> Lineare und gemischte Modelle Neuronale Netze LASSO, Ridge Regression, ISIS
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> Kenntnis der grundlegenden Erweiterungen der linearen Modelle (gemischte Modelle; verallgemeinerte lineare Modelle) (MK1) Mathematische Grundlagen für Neuronale Netze (MK1)
	Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> Einfache Analyse, Schätzung und Vorhersage für Regressionsmodelle (MK2) bei großen Datensätzen Einfache Analyse, Schätzung und Vorhersage für Neuronale Netze (MK2)
	Personale Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> Kompetenz, bei einer vorgegebenen Datensituation geeignete Verfahren auszuwählen (MF2, MF3, MO4)
Medienformen	Präsentationen mit Beamer, Tafelanschiebe
Begleitende Literatur	<ul style="list-style-type: none"> J.J. Faraway. Linear Models with R. Chapman & Hall, 2005 P. McCullagh & J.A. Nelder. Generalized Linear Models, CRC Pr. Inc., 1989 S. Haykin. Neuronal Networks: A Comprehensive Foundation. Maxwell Macmillan, 1994. P. Bühlmann & S. van der Geer. Statistics for High-Dimensional Data: Methods, Theory and Applications, 2011.
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)

Art der Prüfungsleistung	mündliche Prüfung
Prüfungsvorleistung	50% der Punkte bei schriftlichen Lösungen und 50% gründliche Bearbeitung beim Votiersystem, sowie zweimaliges Vorrechnen in Übungsgruppen
Prüfungsdauer	30 Minuten
Sprache	Deutsch
Angebotsturnus	HWS 2020, HWS 2023, HWS 2026
Lehrende/r	Prof. Dr. Martin Schlather
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Martin Schlather
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	Seminar zu Mathematischen Methoden für hochdimensionale Daten
Verwendbarkeit	B.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Wirtschaftsmathematik B.Sc. Volkswirtschaftslehre, M.Sc. Volkswirtschaftslehre, Lehramt Mathematik, M.Sc. Mathematik
Einordnung Fachsemester	in 6. Fachsemester

MAC 555	Mathematische Grundlagen der Sachversicherung <i>Mathematics of Non-Life Insurance</i>
Form der Veranstaltung	Vorlesung mit Übung
Typ der Veranstaltung	Mathematik C
Modulniveau	Master
ECTS	8
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 84 h pro Semester (6 SWS)
	Eigenstudium: 154 h pro Semester <ul style="list-style-type: none"> • davon Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung und freies Selbststudium: 126 h pro Semester • davon Vorbereitung für die Prüfung: 28 h pro Semester
Vorausgesetzte Kenntnisse	Stochastik 1+2
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Prämienkalkulationsprinzipien • Gesamtschadenmodellierung • Ruintheorie • Experience Rating • Rückversicherung • Schadenreservierung
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz (MK1, MK2): <ul style="list-style-type: none"> • Kenntnisse der Mathematik zur Sachversicherung
	Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Anwendung mathematischer Methoden auf Fragestellungen der Sachversicherung (MF2)
	Personale Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Fähigkeit zur Kommunikation mit Vertretern der Praxis auch aus anderen Fachrichtungen (MO4)
Medienformen	Tafelanschrieb, online abrufbares Skript, Präsentation mit dem Beamer
Begleitende Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • E. Spodarev: Stochastische Risikotheorie (Vorlesungsskript, https://www.uni-ulm.de/mawi/mawistochastik/mitarbeiter/evgeny-spodarev/publikationen/vorlesungsskripte.html) • K. Wolfsdorf: Versicherungsmathematik Teil I, 2. Aufl., Teubner Verlag, Stuttgart 1997. • H.-J. Bartels Einführung in die Versicherungsmathematik (Skript)
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)

Art der Prüfungsleistung	Mündliche Prüfung
Prüfungsvorleistung	50% der Punkte bei schriftlichen Lösungen und 50% gründliche Bearbeitung beim Votiersystem, sowie zweimaliges Vorrechnen in Übungsgruppen
Prüfungsdauer	30 Minuten
Sprache	Deutsch
Angebotsturnus	unregelmäßig; voraussichtlich FSS 2024, FSS 2027
Lehrende/r	Prof. Dr. Martin Schlather
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Martin Schlather
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	--
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Volkswirtschaftslehre, Lehramt Mathematik, M.Sc. Mathematik
Einordnung Fachsemester	in

MAC 557	Advanced Topics in Mathematical Finance <i>Advanced Topics in Mathematical Finance</i>
Form of module	Lecture with exercise classes
Type of module	Mathematik C
Level	Master
ECTS	5
Workload	Classroom instruction: 56 hours per semester Self-study: 108 hours per semester
Prerequisites	Stochastic Calculus, basic knowledge in mathematical finance
Aim of module	<ul style="list-style-type: none"> • basics of continuous-time arbitrage theory • Black-Scholes theory and Bachelier model • volatility modeling • term structure theory for interest rates • optimal investments and basics of stochastic optimal control; in particular verification arguments for Hamilton-Jacobi-Bellman equations
Learning outcomes and qualification goals	Professional skills: gaining a mathematical understanding of the main results in continuous-time finance (MK1, MK2, MF1, MF2, MF3, MO3, MO4)
	Methodological competence: proper handling of the methods in mathematical finance and stochastic analysis analysis (MK1, MF1, MO2)
	Interpersonal skills: team work (MO2, MO3)
Media	Videos and presentation on the blackboard
Literature	<ul style="list-style-type: none"> • Lecture notes • Björk, T., Arbitrage Theory in Continuous Time, Oxford University Press, 3. ed., 2009. • Shreve, S. E., Stochastic calculus for finance, II. Springer-Verlag, 2004. • Pham, H., Continuous-time Stochastic Control and Optimization with Financial Applications, Springer-Verlag, 2009. • Filipovic, D., Term-Structure Models: A Graduate Course, Springer Finance Textbooks, 2009.
Methods	Lectures, tutorials, problem sheets, question hours
Form of assessment	Oral exam

Admission requirements for assessment	Successful participation in the exercise classes, i.e. 50% of the points for the homework
Duration of assessment	30 min
Language	English
Offering	FSS
Lecturer	Prof. Dr. David Prömel
Person in charge	Prof. Dr. David Prömel
Duration of module	1 semester
Further modules	-
Range of application	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik
Semester	1 st , 2 nd or 3 rd

MAC 559	Quasi Monte Carlo Methoden <i>Quasi Monte Carlo Methods</i>
Form der Veranstaltung	Vorlesung mit Übung
Typ der Veranstaltung	Wahlpflichtveranstaltung Mathematik C
Modulniveau	Master
ECTS	6
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 56 h pro Semester
	Eigenstudium: 124 h pro Semester
Vorausgesetzte Kenntnisse	Numerik, Monte Carlo Methods
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> • Gleichverteilung modulo Eins • Diskrepanz und Koksma-Hlawka-Ungleichung • Gitter und Netze • Klassische Niederdiskrepanzfolgen • Quasi-Monte Carlo Integration • Anwendungen in der Finanzmathematik
Lern- und Kompetenzziele	BK1, BK3, B02, B03
	BF2, BF3, BF4
	Vgl. Erläuterungen zu den Abkürzungen
Medienformen	Tafelanschrieb und Folien
Begleitende Literatur	Leobacher, Pillichshammer: <i>Introduction to Quasi-Monte Carlo Integration and Applications</i> Niederreiter: <i>Random Number Generation and Quasi-Monte Carlo Methods</i>
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung mit Übung
Art der Prüfungsleistung	Mündliche Prüfung
Prüfungsvorleistung	Mindestens 50% der Punkte der Abgabearbeiten
Prüfungsdauer	30 Minuten
Sprache	Deutsch
Angebotsturnus	FSS

Lehrende/r	Prof. Dr. Andreas Neuenkirch
Modulverantwortliche	Prof. Dr. Andreas Neuenkirch
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	Computational Finance, Uncertainty Quantification
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik
Einordnung in Fachsemester	2./4. Fachsemester

MAC 560	Konvexe Optimierung <i>Convex Optimization</i>
Form der Veranstaltung	Vorlesung mit Übung
Typ der Veranstaltung	Mathematik C
Modulniveau	Master
ECTS	6
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 56 h pro Semester (4 SWS)
	Eigenstudium: 126 h pro Semester <ul style="list-style-type: none"> davon Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung und freies Selbststudium: 112 h pro Semester davon Vorbereitung für die Prüfung: 14 h pro Semester
Vorausgesetzte Kenntnisse	Optimierung, Nichtlineare Optimierung
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> Anwendungsbeispiele der konvexen Optimierung aus der Datenanalyse und Bildverarbeitung Eigenschaften konvexer Mengen und Funktionen Nichtglatte Ableitungskonzepte für konvexe Funktionen Optimalitätsbedingungen in der konvexen Optimierung Numerische Verfahren zur Lösung konvexer Optimierungsaufgaben
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> Grundkenntnisse zur Konvexgeometrie und zur verallgemeinerten Differentiation konvexer Funktionen (MK1, MO2) Theorie und Numerik konvexer Optimierungsaufgaben (MK1, MK2, MO2)
	Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> Modellierung konvexer Optimierungsaufgaben (MF2, MO2) Theoretisches und numerisches Lösen konvexer Optimierungsaufgaben (MF2, MO2, MO3) Interpretation numerischer Ergebnisse (MK1, MK2, MF2)
	Personale Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> Vorteile konvexer Problemstellungen erkennen (MO2) Kompetenz, Konvexität nachzuweisen (MO2) Kompetenz, theoretische und numerische Lösungsverfahren anzuwenden (MO2Kompetenz,

	theoretische und numerische Lösungsverfahren anwenden zu können (MO2)
Medienformen	Tafelanschrieb
Begleitende Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • H. Bauschke, P. L. Combettes. Convex Analysis and Monotone Operator Theory in Hilbert Spaces. Springer 2011 • S. P. Boyd, L. Vandenberghe. Convex Optimization. Cambridge University Press 2009. • C. Geiger, C. Kanzow. Theorie und Numerik restringierter Optimierungsaufgaben. • J. E. Nesterov. Lectures on Convex Optimization. Springer 2018. • R. T. Rockafellar. Convex Analysis. Princeton University Press 2015 Eigenes Skript (online)
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS)
Art der Prüfungsleistung	Mündliche Prüfung
Prüfungsvorleistung	Erfolgreiche Bearbeitung von Hausaufgaben (mindestens 50% aller erreichbaren Punkte)
Prüfungsdauer	30 Minuten (mündliche Prüfung)
Sprache	Deutsch
Angebotsturnus	Unregelmäßig
Lehrende/r	Dr. Patrick Mehlitz
Modulverantwortlicher	Dr. Patrick Mehlitz
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	-
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, Lehramt Mathematik
Einordnung Fachsemester	in 1./2./3. Fachsemester

MAC 561	Nichtlineare Optimierung: Grundlagen und Ergänzungen <i>Nonlinear Optimization: Foundations and Supplements</i>
Form der Veranstaltung	Vorlesung mit Übung
Typ der Veranstaltung	Mathematik C
Modulniveau	Master
ECTS	8
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 84 h pro Semester (6 SWS)
	Eigenstudium: 154 h pro Semester <ul style="list-style-type: none"> davon Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung und freies Selbststudium: 126 h pro Semester davon Vorbereitung für die Prüfung: 28 h pro Semester
Vorausgesetzte Kenntnisse	Numerik, Lineare Optimierung
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> Lösungsexistenz in der restringierten Optimierung Eigenschaften konvexer Mengen und Funktionen Optimalitäts- und Regularitätsbedingungen für restringierte Optimierungsprobleme Numerische Verfahren der unrestringierten Optimierung (allgemeine Liniensuchverfahren, CG-Verfahren, Newton-Verfahren, Newton-ähnliche Verfahren) Numerische Verfahren der restringierten Optimierung (Straf-Verfahren, Multiplikator-Straf-Verfahren, SQP-Verfahren)
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> Grundkenntnisse zur Konvexgeometrie (MK1, MO2) Theorie und Numerik restringierter Optimierungsaufgaben (MK1, MK2, MO2)
	Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> Modellierung von Optimierungsaufgaben (MF2, MO2) Analytisches und numerisches Lösen von Optimierungsaufgaben (MF2, MO2, MO3) Interpretation numerischer Ergebnisse (MK1, MK2, MF2)
	Personale Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> Kompetenz, Optimierungsprobleme mit Restriktionen zu modellieren und zu lösen (MO2) Kompetenz, Vor- und Nachteile verschiedener Lösungsalgorithmen der unrestringierten und

	restringierten Optimierung gegeneinander abwägen zu können (MO2) <ul style="list-style-type: none"> • Kompetenz, theoretische und numerische Lösungsverfahren anwenden zu können (MO2)
Medienformen	Tafelanschrieb
Begleitende Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • W. Alt. Nichtlineare Optimierung. Vieweg 2002. • C. Geiger, C. Kanzow. Numerische Verfahren zur Lösung unrestringierter Optimierungsaufgaben. Springer 1999. • C. Geiger, C. Kanzow. Theorie und Numerik restringierter Optimierungsaufgaben. Springer 2002. • J. Nocedal, S. Wright: Numerical Optimization. Springer 2006. • M. Ulbrich, S. Ulbrich. Nichtlineare Optimierung. Springer 2012.
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
Art der Prüfungsleistung	Mündliche Prüfung
Prüfungsvorleistung	Erfolgreiche Bearbeitung von Hausaufgaben (mindestens 50% aller erreichbaren Punkte)
Prüfungsdauer	30 Minuten (mündliche Prüfung)
Sprache	Deutsch
Angebotsturnus	Unregelmäßig
Lehrende/r	Dr. Patrick Mehlitz
Modulverantwortlicher	Dr. Patrick Mehlitz
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	-
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, Lehramt Mathematik Das Modul kann nicht belegt werden, wenn das Modul „Nichtlineare Optimierung (MAC 507)“ bereits belegt wurde.
Einordnung Fachsemester	in 1./2./3. Fachsemester

MAC 562	Nichtglatte Optimierung <i>Nonsmooth Optimization</i>
Form der Veranstaltung	Vorlesung mit Übung
Typ der Veranstaltung	Mathematik C
Modulniveau	Master
ECTS	6 (TBD)
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 56 h pro Semester (4 SWS)
	Eigenstudium: 126 h pro Semester <ul style="list-style-type: none"> davon Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung und freies Selbststudium: 112 h pro Semester davon Vorbereitung für die Prüfung: 14 h pro Semester
Vorausgesetzte Kenntnisse	Nichtlineare Optimierung
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> Newton-Differenzierbarkeit, nichtglatte Newton-Verfahren, Lösung von KKT-Systemen Verallgemeinerte Ableitungen im Sinne von Mordukhovich, Extremalprinzip, Rechenregeln, Optimalitätsbedingungen Verallgemeinerte Proximalpunktverfahren
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> Grundkenntnisse zur verallgemeinerten Differentiation lokal Lipschitz-stetiger Funktionen (MK1, MO2) Theorie und Numerik nichtglatter Gleichungssysteme und Optimierungsaufgaben (MK1, MK2, MO2)
	Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> Modellierung nichtglatter Optimierungsaufgaben (MF2, MO2) Theoretisches und numerisches Lösen nichtglatter Gleichungssysteme und Optimierungsaufgaben (MF2, MO2, MO3) Interpretation numerischer Ergebnisse (MK1, MK2, MF2)
	Personale Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> Nichtglatte Strukturen in Problemen erkennen und modellieren (MO2) Umgang mit verallgemeinerten Differentiationskonzepten (MO2) Kompetenz, theoretische und numerische Lösungsverfahren anzuwenden (MO2)

Medienformen	Tafelanschrieb
Begleitende Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • C. Clason. Nonsmooth Analysis and Optimization. Universität Graz 2021 • B. S. Mordukhovich. Variational Analysis and Applications. Springer 2018 • R. T. Rockafellar, R. J.-B. Wets. Variational Analysis. Springer 1998 • Eigenes Skript (online)
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS)
Art der Prüfungsleistung	Mündliche Prüfung
Prüfungsvorleistung	Erfolgreiche Bearbeitung von Hausaufgaben (mindestens 50% aller erreichbaren Punkte)
Prüfungsdauer	30 Minuten (mündliche Prüfung)
Sprache	Deutsch
Angebotsturnus	Unregelmäßig
Lehrende/r	Dr. Patrick Mehrlitz
Modulverantwortlicher	Dr. Patrick Mehrlitz
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	-
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, Lehramt Mathematik
Einordnung Fachsemester	in 1./2./3. Fachsemester

MAC 563	A PDE approach to mean-field systems
Form of module	Lecture
Type of module	Mathematics C
Level	Master
ECTS	5 ECTS
Workload	
Prerequisites	Wahrscheinlichkeitstheorie 1
Aim of module	<ul style="list-style-type: none"> • Introduction to ordinary and disordered mean-field systems • Introduction to the theory of large deviations and convex analysis (level 1, Theorem of Cramér, Varadhan's lemma, Laplace method) • Solution theory for Hamilton-Jacobi equations (viscosity (sub-, super-) solution, comparison principle, Hopf-Lax formula, convex selection principle) • Application to mean-field models, statistical interference and disordered mean-field models
Learning outcomes and qualification goals	Professional skills: gaining a mathematical understanding of the fundamental results in the theory of large deviations, mean-field systems and Hamilton-Jacobi equations (MK1, MF3)
	Methodological competence: proper handling of the standard methods in the theory of large deviations, mean-field systems and Hamilton-Jacobi equations (MK1, MF3)
	Interpersonal skills: team work
Media	discussions/presentations on the blackboard and videos
Literature	<ul style="list-style-type: none"> • Friedli, Velenik, „Statistical Mechanics of Lattice Systems: A concrete mathematical introduction“ • den Hollander, „Large deviations“ • Evans, „Partial Differential Equations“ • Panchenko, „The Sherrington-Kirkpatrick Model“ • Mourrat, „Hamilton-Jacobi equations for finite-rank matrix interference“

Methods	Lectures (2 SWS), supervision, homework problems
Form of assessment	Oral exam
Admission requirements for assessment	---
Duration of assessment	30 min
Language	English
Offering	Irregular
Lecturer	Prof. Dr. Martin Slowik
Person in charge	Prof. Dr. Martin Slowik
Duration of module	1 semester
Further modules	---
Range of application	M.Sc Wirtschaftsmathematik, B.Sc Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik
Semester	1 st , 2 nd , 3 rd

4. Seminare Mathematik

MAS 500 (SEM 440)	Mathematisches Seminar Master <i>Mathematical Seminar Master</i>
Form der Veranstaltung	Seminar
Typ der Veranstaltung	Vertiefung
Modulniveau	Master, je nach Vortrag auch Bachelor
ECTS	4 Master / 3 Bachelor
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 28 h pro Semester (2 SWS)
	Eigenstudium: ca. 92 h pro Semester
Vorausgesetzte Kenntnisse	Beherrschung des Stoffs der mathematischen Grundvorlesungen aus dem Bachelor-Studium.
Lehrinhalte	Die Teilnehmer des Seminars entscheiden sich für ein Einzelthema; sie bereiten einen Vortrag und eventuell eine schriftliche Ausarbeitung darüber vor. Die Grundlage dazu bilden vom Betreuer/der Betreuerin ausgewählte Stellen aus der mathematischen Fachliteratur. Alle Teilnehmer tragen selbst vor.
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: Die Studierenden verfügen über vertiefte Fachkenntnisse auf dem Gebiet des Seminars. (MK1, MK2)
	Methodenkompetenz: Eigenständig mit mathematischer Literatur umgehen, Texte lesen und verstehen, Material auswählen und in eigener Weise wiedergeben (MF1, MO4).
	Personale Kompetenz: Verstehen mathematischer Texte (MF1) Anwendung mathematischer Argumentation (MO1, MO2, MO3) Fähigkeit zur Präsentation wissenschaftlicher Sachverhalte (MO2, MO4) Fähigkeit zum Computersatz von mathematischen Texten (LaTeX))
Medienformen	Vorbereiten der Präsentation in Zusammenarbeit mit der Betreuerin/dem Betreuer, Präsentationen der Studierenden
Begleitende Literatur	Fachspezifisch
Lehr- und Lernmethoden	Selbständiges Erarbeiten der schriftlichen Fassung und der Präsentation, Diskussion mit den anderen Teilnehmern.

Art der Prüfungsleistung	Individuelle Bewertung der Präsentation und eventuell der schriftlichen Ausarbeitung; aktive Teilnahme am Seminar.
Prüfungsvorleistung	-
Prüfungsdauer	-
Sprache	Deutsch / Englisch
Lehrende/r	N. N.
Modulverantwortlicher	N. N.
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	-
Verwendbarkeit	M. Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik
Einordnung Fachsemester	in 1./3. Im M.Sc.

MAS 501 (SEM 469)	Fortgeschrittenenseminar Stochastik <i>Advanced Seminar Stochastics</i>
Form der Veranstaltung	Seminar
Typ der Veranstaltung	Vertiefung
Modulniveau	Master
ECTS	4
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 28 h pro Semester (2 SWS)
	Eigenstudium: <ul style="list-style-type: none"> • Vorbereitung des Vortrags: 62 h • Schriftliche Ausarbeitung des Vortrags: 30 h
Vorausgesetzte Kenntnisse	Wahrscheinlichkeitstheorie I und/oder II
Lehrinhalte	Ausgewählte Themen der modernen Stochastik
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Vertiefte Kenntnisse in einem Spezialgebiet der Stochastik (MK1, MK2)
	Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Fähigkeit, in einem Spezialgebiet einschlägige Fachliteratur lesen und präsentieren zu können (MF1, MO1, MO3)
	Personale Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Kommunikationsfähigkeit (MO3, MO4)
Medienformen	Tafelanschriebe, Präsentationen mit Beamer
Begleitende Literatur	Ausgewählte Buchkapitel oder Zeitschriftenartikel der modernen Stochastik
Lehr- und Lernmethoden	Vorträge der teilnehmenden Studierenden
Art der Prüfungsleistung	Vortrag und schriftliche Ausarbeitung
Prüfungsvorleistung	-
Prüfungsdauer	-
Sprache	Deutsch
Lehrende/r	Prof. Dr. Leif Döring; Prof. Dr. Martin Slowik
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Leif Döring; Prof. Dr. Martin Slowik
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	-

Verwendbarkeit		M.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik
Einordnung Fachsemester	in	1./3. Fachsemester

MAS 502 (SEM 470)	Seminar Ausgewählte Themen der stochastischen Numerik <i>Seminar on Selected Topics in Numerical Mathematics</i>
Form der Veranstaltung	Seminar
Typ der Veranstaltung	Vertiefung
Modulniveau	Master
ECTS	4
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 28 h pro Semester (2 SWS)
	Eigenstudium: <ul style="list-style-type: none"> • Vorbereitung des Vortrags: 62 h • Schriftliche Ausarbeitung des Vortrags: 30 h
Vorausgesetzte Kenntnisse	Numerik, Stochastische Simulation/Monte Carlo Methods
Lehrinhalte	Wechselnde Themen aus dem Bereich der Stochastischen Numerik und ihrer Anwendungen
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden haben vertieftes Wissen in einem Spezialgebiet der Stochastischen Numerik und dessen Anwendungen erworben (MK1, MK2).
	Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können nach Besuch des Moduls gegebene numerische Probleme aus dem behandelten Spezialgebiet klassifizieren und zu deren Bearbeitung geeignete Algorithmen auswählen bzw. konstruieren (MF1, MF2, M03).
	Personale Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Kommunikationsfähigkeit (MF2, M04) • Fähigkeit zur Präsentation komplexer wissenschaftlicher Sachverhalte (M04) • Mathematische Textverarbeitung (LaTeX)
Medienformen	Tafelanschrieb, Beamerpräsentation, schriftliche Ausarbeitungen
Begleitende Literatur	wechselnd, je nach Themenkreis
Lehr- und Lernmethoden	Vorträge der teilnehmenden Studierenden
Art der Prüfungsleistung	Vortrag und begleitende schriftliche Ausarbeitung
Prüfungsvorleistung	-
Prüfungsdauer	-
Sprache	Deutsch

Lehrende/r	Prof. Dr. Andreas Neuenkirch
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Andreas Neuenkirch
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	-
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik
Einordnung Fachsemester	in 1./3. Fachsemester

MAS 503	Seminar Modellierung und Simulation <i>Seminar on Modeling and Simulation</i>
Form der Veranstaltung	Seminar
Typ der Veranstaltung	Vertiefung
Modulniveau	Master
ECTS	4
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 28 h pro Semester (2 SWS)
	Eigenstudium: <ul style="list-style-type: none"> • Vorbereitung des Vortrags: 62 h • Schriftliche Ausarbeitung des Vortrags: 30 h
Vorausgesetzte Kenntnisse	Numerik von Differentialgleichungen gewöhnlicher oder partieller, Optimierung
Lehrinhalte	Ausgewählte Themen aus der Praxis
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Vertiefte Kenntnisse in einem Spezialgebiet der Numerik / Optimierung (MK1, MK2, MF2)
	Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Fähigkeit, in einem Spezialgebiet einschlägige Fachliteratur lesen und präsentieren zu können (MF1, MO1, MO3, MO4)
	Personale Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Kommunikationsfähigkeit (MO3, MO4)
Medienformen	Tafelanschriebe, Präsentationen mit Beamer
Begleitende Literatur	Ausgewählte Buchkapitel, Zeitschriftenartikel der Numerik / Optimierung
Lehr- und Lernmethoden	Vorträge der teilnehmenden Studierenden
Art der Prüfungsleistung	Vortrag und schriftliche Ausarbeitung
Prüfungsvorleistung	-
Prüfungsdauer	-
Sprache	Deutsch
Angebotsturnus	FSS
Lehrende/r	Prof. Dr. Simone Göttlich
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Simone Göttlich
Dauer des Moduls	1 Semester

Weiterführende Module	-
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik
Einordnung Fachsemester	in ab dem 1./2. Fachsemester

MAS 505 (SEM 471)	Fortgeschrittenenseminar Spieltheorie <i>Advanced Seminar Game Theory</i>
Form der Veranstaltung	Seminar
Typ der Veranstaltung	Vertiefung
Modulniveau	Master
ECTS	4
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 28 h pro Semester (2 SWS)
	Eigenstudium: <ul style="list-style-type: none"> • 62 h Vorbereitung des Vortrags • 30 h schriftlich Ausarbeitung des Vortrags
Vorausgesetzte Kenntnisse	Eine Vorlesung der Spieltheorie
Lehrinhalte	Ausgewählte Themen der Spieltheorie
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: Verschieden, es hängt vom Thema ab.
	Methodenkompetenz: Eigenständig mit mathematischer Literatur umgehen, Texte lesen und verdauen, Material auswählen und in eigener Weise wiedergeben (MF1, MO4).
	Personale Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Kommunikationsfähigkeit (MO3, MO4) • Fähigkeit zur Präsentation einfacher wissenschaftlicher Sachverhalte (MO2, MO3) • Fähigkeit zum Computersatz von mathematischen Texten (LaTeX)
Medienformen	Tafelanschrieb, Präsentationen mit Beamer, schriftliche Ausarbeitungen
Begleitende Literatur	Verschieden, es hängt vom Thema ab.
Lehr- und Lernmethoden	Seminarvorträge der teilnehmenden Studierenden
Art der Prüfungsleistung	Vortrag und schriftliche Ausarbeitung
Prüfungsvorleistung	-
Prüfungsdauer	-
Sprache	Deutsch
Lehrende/r	Dr. Thomas Reichelt
Modulverantwortlicher	Dr. Thomas Reichelt
Dauer des Moduls	1 Semester

Weiterführende Module	-
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, Lehramt Mathematik, M.Sc. Mathematik
Einordnung Fachsemester	in 1./3. Fachsemester

MAS 510 (SEM 472)	Seminar Diffusion Equations + Advanced
Form of module	Seminar
Type of module	Advanced
Level	Bachelor + Master
ECTS	3 + 4
Workload	Meeting in person: 28 hours per semester (2 SWS) Reading topic related references: 20 hours Preparing for the presentation: 20 hours Report for the presentation: 15 hours
Prerequisites	Ana I+II, LA, Basic knowledge of differential equations
Aim of module	Preparation for the Bachelor + Master theses
Learning outcomes and qualification goals	Weak solution theory (MK1, MO2)
	Free energy method in studying large time behavior (MK1, MO2)
	Application of the theory in newly derived models (MO3)
Media	Blackboard or beamer
Literature	Will be distributed at the first meeting
Methods	Presentations by the participants
Form of assessment	Presentation and the report from the presentation
Admission requirements for assessment	Clearly present the leaning distributed learning material, participate the other presentations, join the discussions in the seminar
Duration of assessment	
Language	English
Offering	Regularly in the FSS
Lecturer	Prof. boshi. Li Chen
Person in charge	Prof. boshi. Li Chen
Duration of module	One semester

Further modules	
Range of application	Bachelor and Master students from WiMa, Lehramt Math.
Semester	3./5. Semester (Bachelor), 1./2./3. Semester (Master)

MAS 511 (SEM 473)	Seminar Kinetic Models + Advanced
Form of module	Seminar
Type of module	Advanced
Level	Bachelor + Master
ECTS	3 + 4
Workload	Meeting in person: 28 hours per semester (2 SWS) Reading topic related references: 20 hours Preparing for the presentation: 20 hours Report for the presentation: 15 hours
Prerequisites	Ana I+II, LA, Basic knowledge of differential equations
Aim of module	Preparation for the Bachelor + Master theses
Learning outcomes and qualification goals	Mean field limit of many particle systems (MK1, MO2)
	General theory of kinetic equations (MK1, MO2)
	Understand some updated kinetic models
Media	Blackboard or beamer
Literature	Will be distributed at the first meeting
Methods	Presentations by the participants
Form of assessment	Presentation and the report from the presentation
Admission requirements for assessment	Clearly present the leaning distributed learning material, participate the other presentations, join the discussions in the seminar
Duration of assessment	
Language	English
Offering	Regularly in the HWS
Lecturer	Prof. boshi. Li Chen
Person in charge	Prof. boshi. Li Chen
Duration of module	One semester

Further modules	
Range of application	Bachelor and Master students from WiMa, Lehramt Math.
Semester	3./5. Semester (Bachelor), 1./2./3. Semester (Master)

MAS 512 (SEM 474)	Research Seminar Scientific Computing
Form der Veranstaltung	Seminar
Typ der Veranstaltung	Vertiefung
Modulniveau	Master
ECTS	4
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 28 h pro Semester (2 SWS)
	Eigenstudium: <ul style="list-style-type: none"> • Einarbeitung in das Thema: 36 h • Inhaltliche Vorbereitung des Vortrags: 36 h • Ausarbeitung von Präsentation und ggf. Handouts mittels LaTeX: 20 h
Vorausgesetzte Kenntnisse	Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen, Numerik partieller Differentialgleichungen, Nichtlineare Optimierung.
Lehrinhalte	Wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Eigenständiges Erschließen von Fachliteratur (MK1), (MK2), (MF1) • Übertragung der Inhalte auf ein konkretes Anwendungsbeispiel
	Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Vertiefung der methodischen Kenntnisse aus der Numerik und Analysis partieller Differentialgleichungen (MF1), (MK2)
	Personale Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Halten eines Fachvortrags (MO1), (MO3) • Aufbereitung von Fachwissen für ein fachlich interessiertes Publikum (MO4)
Medienformen	
Begleitende Literatur	Ausgewählte Buchkapitel, Zeitschriftenartikel der Numerik / Optimierung
Lehr- und Lernmethoden	Vorbereitung und Abhalten eines Seminarvortrags mit entsprechender schriftlicher Ausarbeitung sowie Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten (ähnlich zu einem Reading Course).

Art der Prüfungsleistung	Vorbereitung und Abhalten eines Seminarvortrags mit entsprechender schriftlicher Ausarbeitung sowie Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten (ähnlich zu einem Reading Course).
Prüfungsvorleistung	-
Prüfungsdauer	-
Sprache	Deutsch
Angebotsturnus	regelmäßig im HWS und FSS
Lehrende/r	Prof. Dr. Simone Göttlich
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Simone Göttlich
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	-
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik
Einordnung Fachsemester	in ab 3. Fachsemester

MAS 513	Research Seminar Applied Analysis
Form of module	Seminar
Type of module	advanced
Level	Master
ECTS	4
Workload	Meeting in person: 28 hours per semester (2 SWS) Reading topic related references: 20 hours Preparing for the presentation: 20 hours Report for the presentation: 15 hours
Prerequisites	Ana I+II, LA, Functional Analysis, Dynamical System, Intro. PDE.
Aim of module	Preparation for Master theses, advanced training for doctoral students
Learning outcomes and qualification goals	General theory of PDEs
	Topics related to the current interests of the working group
Media	Blackboard or beamer
Literature	Will be distributed at the first meeting
Methods	Presentations by the participants
Form of assessment	Presentation and the report from the presentation
Admission requirements for assessment	Clearly present the leaning distributed learning material, participate the other presentations, join the discussions in the seminar
Duration of assessment	
Language	English
Offering	Regularly in the FSS and HWS
Lecturer	Prof. boshi. Li Chen
Person in charge	Prof. boshi. Li Chen
Duration of module	One semester

Further modules	
Range of application	Master students from WiMa, Lehramt Math.
Semester	1./2./3. Semester (Master)

MAS 514 (SEM 476)	Fortgeschrittenenseminar Stochastische Prozesse <i>Advanced Seminar on Stochastic Processes</i>
Form der Veranstaltung	Seminar
Typ der Veranstaltung	Vertiefung
Modulniveau	Master und Bachelor
ECTS	4
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 28 h pro Semester (2 SWS)
	Eigenstudium: <ul style="list-style-type: none"> • Vorbereitung des Vortrags: 62 h • Schriftliche Ausarbeitung des Vortrags: 30 h
Vorausgesetzte Kenntnisse	Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie/Stochastik 1
Lehrinhalte	Ausgewählte Themen der stochastischen Prozesse
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Vertiefte Kenntnisse in einem Spezialgebiet der Stochastik (MK1, MK2)
	Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Fähigkeit, in einem Spezialgebiet einschlägige Fachliteratur lesen und präsentieren zu können (MF1, MO1, MO3)
	Personale Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Kommunikationsfähigkeit (MO3, MO4)
Medienformen	Tafelanschriebe, Präsentationen mit Beamer
Begleitende Literatur	Ausgewählte Buchkapitel oder Zeitschriftenartikel der modernen Stochastik
Lehr- und Lernmethoden	Vorträge der teilnehmenden Studierenden
Art der Prüfungsleistung	Vortrag und schriftliche Ausarbeitung
Prüfungsvorleistung	-
Prüfungsdauer	-
Sprache	Deutsch
Lehrende/r	Prof. Dr. Leif Döring
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Leif Döring
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	-

Verwendbarkeit		M.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik
Einordnung Fachsemester	in	1./2. Fachsemester

MAS 516 (SEM 458)	Seminar Fortgeschrittene Mathematische Methoden für hochdimensionale Daten <i>Seminar on Advanced Mathematical Methods for highdimensional Data</i>
Form der Veranstaltung	Seminar
Typ der Veranstaltung	Vertiefung
Modulniveau	Master
ECTS	4
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 28 h pro Semester (2 SWS)
	Eigenstudium: <ul style="list-style-type: none"> • Einarbeitung in das Thema: 36 h • inhaltliche Vorbereitung des Vortrags: 36 h • Ausarbeitung einer Präsentation mittels LaTeX und Tafelanschrieb: 20 h
Vorausgesetzte Kenntnisse	Mathematische Methoden der Big Data Analytics I
Lehrinhalte	Ausgewählte Themen innerhalb der mathematischen Methoden für hochdimensionale Daten
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Erweiterung der Methodenkenntnis für hochdimensionale Daten (MK1, MK2)
	Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Erkennen, welche mathematischen Methoden für hochdimensionale Daten eingesetzt werden können (MF1, MF2) • Erkennen der Grenzen von Methoden hinsichtlich ihrer mathematischen Analysierbarkeit (MF1, MF2) • Erkennen der praktischen Grenzen des Einsatzes jeglicher Methoden bei hochdimensionalen Daten (MO4)
	Personale Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Kommunikationsfähigkeit (MF2, MO1, MO4) • Strategien zur Lösung von Problemen im Bereich hochdimensionaler Daten (MO3) • Fähigkeit zur verständlichen Präsentation wissenschaftlicher Sachverhalte (MF2, MO1) • Fähigkeit zum Computereinsatz zur Erstellung mathematischer Texte (LaTeX)
Medienformen	Präsentation mit Beamer

Begleitende Literatur	Verschieden, es hängt vom Thema ab.
Lehr- und Lernmethoden	Seminarvorträge der teilnehmenden Studierenden
Art der Prüfungsleistung	Vortrag und Folien der Präsentation
Prüfungsvorleistung	Inhaltliche Vorbereitung zu und Wahrnehmung eines Beratungsgesprächs mindestens 3 Tage vor dem Vortrag
Prüfungsdauer	-
Sprache	Deutsch
Lehrende/r	Prof. Dr. Martin Schlather
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Martin Schlather
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	-
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik
Einordnung Fachsemester	in 2./4. Fachsemester

MAS 519 (SEM 461)	Seminar Computational Statistics (für Fortgeschrittene) <i>Seminar on Advanced Computational Statistics</i>
Form der Veranstaltung	Seminar
Typ der Veranstaltung	Vertiefung
Modulniveau	Master
ECTS	4
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 28 h pro Semester (2 SWS)
	Eigenstudium: <ul style="list-style-type: none"> • Einarbeitung in das Thema: 36 h • inhaltliche Vorbereitung des Vortrags: 36 h • Ausarbeitung einer Präsentation mittels LaTeX und Tafelanschrieb: 20 h
Vorausgesetzte Kenntnisse	Fortgeschrittenenkurs R
Lehrinhalte	Ausgewählte Themen innerhalb des Gebietes „Computational Statistics“
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Erweiterung der Methodenkenntnis innerhalb des Gebietes „Computational Statistics“ (MK1, MK2)
	Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Erkennen, welche Algorithmen für welche Daten eingesetzt werden sollten (MF1, MF2) • Erkennen der Grenzen der mathematischen Analysierbarkeit von Algorithmen (MF1, MF2) • Erkennen der Grenzen des Einsatzes jeglichen Algorithmus in der Praxis (MO4)
	Personale Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Kommunikationsfähigkeit (MF2, MO1, MO4) • Strategien zur Lösung von Problemen im Bereich Computational Statistics (MO3) • Fähigkeit zur verständlichen Präsentation wissenschaftlicher Sachverhalte (MF2, MO1) • Fähigkeit zum Computereinsatz zur Erstellung mathematischer Texte (LaTeX)
Medienformen	Präsentation mit Beamer
Begleitende Literatur	G.H. Givens & J.A. Hoeting: Computational Statistics. Wiley

Lehr- und Lernmethoden	Seminarvorträge der teilnehmenden Studierenden
Art der Prüfungsleistung	Vortrag und Folien der Präsentation
Prüfungsvorleistung	Inhaltliche Vorbereitung zu und Wahrnehmung eines Beratungsgesprächs mindestens 3 Tage vor dem Vortrag
Prüfungsdauer	-
Sprache	Deutsch
Lehrende/r	Prof. Dr. Martin Schlather
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Martin Schlather
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	-
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik
Einordnung Fachsemester	in 2./4. Fachsemester

MAS 521	Fortgeschrittenenseminar zur Versicherungsmathematik <i>Advanced Seminar on Insurance Mathematics</i>
Form der Veranstaltung	Seminar
Typ der Veranstaltung	Vertiefung
Modulniveau	Master
ECTS	4
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 28 h pro Semester (2 SWS)
	Eigenstudium: <ul style="list-style-type: none"> • 64 h für die inhaltliche Vorbereitung des Vortrags • 28 h für die Erstellung des Handouts, der Folien und die schriftliche Ausarbeitung des Vortrags in Latex
Vorausgesetzte Kenntnisse	Wahrscheinlichkeitstheorie auf der Grundlage der Maß- und Integrationstheorie
Lehrinhalte	Ausgewählte Themen der Versicherungsmathematik und verwandter Gebiete der Stochastik
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: Mathematische Analyse stochastischer Modelle
	Methodenkompetenz: Eigenständige Erarbeitung mathematischer Literatur, Aneignung der Ergebnisse und Beweismethoden und deren Umsetzung in einen verständlichen Vortrag
	Personale Kompetenz: Fähigkeit zur verständlichen Präsentation mathematischer Sachverhalte
Medienformen	Präsentation der Ergebnisse mit Beamer und Tafelanschrieb der Beweise
Begleitende Literatur	Literaturhinweise zum jeweiligen Thema werden bei der Vorbesprechung angegeben
Lehr- und Lernmethoden	Seminarvorträge der Teilnehmer
Art der Prüfungsleistung	Handout, Folien und schriftliche Ausarbeitung des Vortrags
Prüfungsvorleistung	Mindestens eine Konsultation
Prüfungsdauer	-
Sprache	Deutsch
Angebotsturnus	unregelmäßig
Lehrende/r	Prof. Dr. Klaus D. Schmidt
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Klaus D. Schmidt

Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	-
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik
Einordnung Fachsemester	in Ab dem 1. Fachsemester

MAS 522 (SEM 479)	Seminar on Matrix Groups
Form of module	Seminar
Type of module	Seminar mathematics
Level	Master
ECTS	4
Workload	Presence at the seminar: 28 h/semester (2 SWS), Work at home: 62 h preparation of the talk, 30 h written version of the talk.
Prerequisites	Linear Algebra I and IIa, Analysis I and II
Aim of module	Matrix groups, i.e. Lie groups in a concrete way, their structure theory, their topology, low-dimensional cases.
Learning outcomes and qualification goals	Professional competence: (MK1, MO2) <ul style="list-style-type: none"> • Appreciating the different families of matrix groups • Getting acquainted with the low-dimensional cases • Learning the structure theory of Lie groups
	Competence in methods: (MF1, MO3) <ul style="list-style-type: none"> • Working independently with literature • Reading and understanding mathematical texts • Choosing and preparing and presenting material
	Personal competence: (MO1, MO4): <ul style="list-style-type: none"> • Reading and understanding mathematical texts • Presenting mathematical arguments • Putting up a scientific talk and presenting it
Media	Presentation via blackboard and/or beamer, written version
Literature	M.L. Curtis: Matrix Groups, 2 nd edition, Springer 1984.
Methods	Seminar talks of the participating students
Form of assessment	Seminar talk, handout and presentation of slides
Admission requirements for assessment	-
Duration of assessment	-
Language	English

Offering	Possibly once
Lecturer	Dr. Makiko Mase
Person in charge	Dr. Makiko Mase
Duration of module	1 semester
Further modules	Analysis III, Algebra II, Real-algebraic Geometry
Range of application	B.Sc. And M.Sc. Business mathematics, M.Sc. Mathematics, B.Sc. And M.Sc. Education mathematics
Semester	4. r 6. in the B.Sc., 2. or 4. in the M.Sc.

MAS 523 (SEM 480)	Fortgeschrittenensseminar Mathematical Physics
Form der Veranstaltung	Seminar
Typ der Veranstaltung	Vertiefung
Modulniveau	Master
ECTS	4
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 28 h pro Semester (2 SWS)
	Eigenstudium: <ul style="list-style-type: none"> • Vorbereitung des Vortrags: 62 h • Schriftliche Ausarbeitung des Vortrags: 30 h
Vorausgesetzte Kenntnisse	Lineare Algebra, Analysis
Lehrinhalte	Ausgewählte Themen im Bereich der Mathematischen Physik, z.B. aus den Gebieten Topologie, Geometrie, Darstellungstheorie, Quantencomputation, etc.
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Vertiefte Kenntnisse im jeweiligen Themengebiet
	Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Eigenständiges Erschließen mathematischer Literatur, Auswahl von Material und eigenständige Wiedergabe (MF1, MO4)
	Personale Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Kommunikationsfähigkeit (MO3, MO4), Fähigkeit zur Präsentation wissenschaftlicher Sachverhalte (MO2, MO3), Fähigkeit zum Computersatz mathematischer Texte
Medienformen	Tafelanschriebe, Beamer-Präsentation, schriftliche Ausarbeitung
Begleitende Literatur	Themenabhängig
Lehr- und Lernmethoden	Seminarvorträge der teilnehmenden Studenten
Art der Prüfungsleistung	Vortrag und schriftliche Vortragsausarbeitung
Prüfungsvorleistung	-
Prüfungsdauer	-
Sprache	Deutsch oder Englisch
Lehrende/r	Prof. Dr. Daniel Roggenkamp
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Daniel Roggenkamp
Dauer des Moduls	1 Semester

Weiterführende Module	-
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik
Einordnung Fachsemester	in 1./2./3. Fachsemester

MAS 529 (SEM 482)	Seminar graph theory
Form of module	Seminar
Type of module	Seminar mathematics
Level	Master
ECTS	4
Workload	Presence at the seminar: 28h/semester (2 SWS), Work at home: 62 h preparation of the talk, 30 h written version of the talk.
Prerequisites	Linear algebra I and IIA
Aim of module	Basics of graph theory, trees, colouring of vertices or edges, Hamilton cycles, decompositions, algorithms, planar graphs
Learning outcomes and qualification goals	Professional competence: <ul style="list-style-type: none"> • Solving problems in graph theory • Understanding and performing algorithms • Understanding and carrying out proofs
	Competence in methods: <ul style="list-style-type: none"> • Working independently with literature • Reading and understanding mathematical texts • Choosing and preparing and presenting material
	Personal competence: <ul style="list-style-type: none"> • Reading and understanding mathematical texts • Presenting mathematical arguments • Ability to present simple scientific facts
Media	Presentation via blackboard and/or beamer, written version
Literature	N. Hartsfield, G. Ringel: Pearls in Graph Theory. A Comprehensive Introduction. Academic Press, Inc., 1990
Methods	Talks of the participating students
Form of assessment	Talk and written version
Admission requirements for assessment	-
Duration of assessment	-

Language	English
Offering	Possibly once
Lecturer	Dr. Makiko Mase
Person in charge	Dr. Makiko Mase
Duration of module	1 semester
Further modules	MAA 506 Topologie und Gleichgewichte, MAP 511 Applied Topology
Range of application	B.Sc. and M.Sc. Business mathematics, M.Sc. Mathematics, B.Sc. and M.Sc. Education mathematics
Semester	4. or 6. in the B.Sc., 2. or 4. in the M.Sc.

MAS 530 (SEM 466)	Seminar Fortgeschrittene Mathematische Methoden in der Räumlichen Statistik <i>Seminar on Advanced Mathematical Methods in Spatial Statistics</i>
Form der Veranstaltung	Seminar
Typ der Veranstaltung	Vertiefung
Modulniveau	Master
ECTS	4
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 28 h pro Semester (2 SWS)
	Eigenstudium: <ul style="list-style-type: none"> • Einarbeitung in das Thema: 36 h • inhaltliche Vorbereitung des Vortrags: 36 h • Ausarbeitung einer Präsentation mittels LaTeX und Tafelanschrieb: 20 h
Vorausgesetzte Kenntnisse	„Zeitreihen und Räumliche Statistik“ oder vergleichbare Kenntnisse
Lehrinhalte	Ausgewählte Themen innerhalb der räumlichen Statistik
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Erweiterung der Methodenkenntnis für räumliche Daten (MK1, MK2)
	Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Erkennen, welche mathematischen Methoden für räumliche Daten eingesetzt werden können (MF1, MF2) • Erkennen der Grenzen von Methoden hinsichtlich ihrer mathematischen Analysierbarkeit (MF1, MF2) • Erkennen der praktischen Grenzen des Einsatzes jeglicher Methoden bei räumlichen Daten (MO4)
	Personale Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Kommunikationsfähigkeit (MF2, MO1, MO4) • Strategien zur Lösung von Problemen im Bereich räumlicher Daten (MO3) • Fähigkeit zur verständlichen Präsentation wissenschaftlicher Sachverhalte (MF2, MO1) • Fähigkeit zum Computereinsatz zur Erstellung mathematischer Texte (LaTeX)
Medienformen	Präsentation mit Beamer
Begleitende Literatur	Verschieden, es hängt vom Thema ab.

Lehr- und Lernmethoden	Seminarvorträge der teilnehmenden Studierenden
Art der Prüfungsleistung	Vortrag und Folien der Präsentation
Prüfungsvorleistung	Inhaltliche Vorbereitung zu und Wahrnehmung eines Beratungsgesprächs mindestens 3 Tage vor dem Vortrag
Prüfungsdauer	-
Sprache	Deutsch
Lehrende/r	Prof. Dr. Martin Schlather
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Martin Schlather
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	-
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik
Einordnung Fachsemester	in 2./4. Fachsemester

MAS 533 (SEM 449)	Seminar Ausgewählte Themen partieller und gewöhnlicher Differenzialgleichungen
Form der Veranstaltung	Seminar
Typ der Veranstaltung	Vertiefung
Modulniveau	Master
ECTS	4
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 28 Stunden pro Semester (2 SWS)
	Eigenstudium: <ul style="list-style-type: none"> • 62 Stunden Vorbereitung des Vortrags • 30 Stunden schriftlich Ausarbeitung des Vortrags
Vorausgesetzte Kenntnisse	Eine der Vorlesungen Differenzialgleichungen, Dynamische Systeme oder Analysis III
Lehrinhalte	Ausgewählte Themen zu Theorie und Anwendungen von Differenzialgleichungen und dynamischen Systemen
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Ausgewählte Aspekte der Theorie der Differenzialgleichungen und der Theorie der dynamischen Systeme (MK1) • Anwendungen von Differenzialgleichungen und dynamischen Systemen in den Wirtschaftswissenschaften (MK1, MK2)
	Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Mathematische Beweisführung (MF1, MO1) • Strukturierung mathematischer Texte (MO1, MO2)
	Personale Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Lesen und Verstehen mathematischer Texte (MF1) • Darstellung mathematischer Argumentation (MO1, MO2, MO3) • Fähigkeit zur Präsentation einfacher wissenschaftlicher Sachverhalte (MO2, MO3) • Fähigkeit zum Computersatz von mathematischen Texten (LaTeX)
Medienformen	Tafelanschrieb, Präsentationen mit Beamer, schriftliche Ausarbeitungen
Begleitende Literatur	Wird zu Beginn bekannt gegeben
Lehr- und Lernmethoden	Seminarvorträge der teilnehmenden Studierenden
Art der Prüfungsleistung	Vortrag und schriftliche Ausarbeitung
Prüfungsdauer	
Sprache	Deutsch, auf Wunsch Englisch

Lehrende/r	Prof. Dr. Martin Schmidt
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Martin Schmidt
Dauer des Moduls	
Weiterführende Module	
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik
Einordnung Fachsemester	in 3

MAS 535 (SEM 444)	Fortgeschrittenenseminar Algebra <i>Advanced Seminar on Algebra</i>
Form der Veranstaltung	Seminar
Typ der Veranstaltung	Vertiefung
Modulniveau	Master
ECTS	4
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 28 h pro Semester (2 SWS)
	Eigenstudium: <ul style="list-style-type: none"> • Vorbereitung des Vortrags: 62 h • Schriftliche Ausarbeitung des Vortrags: 30 h
Vorausgesetzte Kenntnisse	Lineare Algebra I & II/A
Lehrinhalte	Ausgewählte Themen der Algebra
Lern- und Kompetenzziele	<ul style="list-style-type: none"> • Fachkompetenz: Verschieden, es hängt vom Thema ab. • Methodenkompetenz: Eigenständig mit mathematischer Literatur umgehen, Texte lesen und verdauen, Material auswählen und in eigener Weise wiedergeben (MF1, MO4).
	Personale Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Kommunikationsfähigkeit (MO3, MO4) • Fähigkeit zur Präsentation einfacher wissenschaftlicher Sachverhalte (MO2, MO3) • Fähigkeit zum Computersatz von mathematischen Texten (LaTeX)
Medienformen	Tafelanschriften, Präsentationen mit Beamer, schriftliche Ausarbeitungen
Begleitende Literatur	Verschieden, es hängt vom Thema ab.
Lehr- und Lernmethoden	Vorträge der teilnehmenden Studierenden
Art der Prüfungsleistung	Vortrag und schriftliche Ausarbeitung
Prüfungsvorleistung	-
Prüfungsdauer	-
Sprache	Deutsch
Angebotsturnus	Unregelmäßig
Lehrende/r	Prof. Dr. Claus Hertling

Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Claus Hertling
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	-
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik
Einordnung Fachsemester	in ab dem 1. Fachsemester

MAS 536 (SEM 447)	Fortgeschrittenenseminar Wirtschaftsmathematik <i>Advanced Seminar on Mathematics in Business and Economics</i>
Form der Veranstaltung	Seminar
Typ der Veranstaltung	Vertiefung
Modulniveau	Master
ECTS	4
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 28 h pro Semester (2 SWS)
	Eigenstudium: <ul style="list-style-type: none"> • Vorbereitung des Vortrags: 62 h • Ausarbeitung von Präsentation und Handouts mittel LaTeX: 30 h
Vorausgesetzte Kenntnisse	Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie/Stochastik 1, eine Vorlesung zur Finanzmathematik (kann auch parallel gehört werden)
Lehrinhalte	Ausgewählte Themen der Wirtschafts- und Finanzmathematik
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende Aspekte der stochastischen Modellierung wirtschafts- und finanzmathematischer Fragestellungen (MK1, MK2) • Mathematische Analyse einfacher wirtschafts- und finanzmathematischer Modelle (MK1, MF2)
	Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Erkennen, welche stochastischen Modelle für eine einfache wirtschafts- und finanzmathematische Fragestellung eingesetzt werden können (MF2, MO1) • Erkennen der Grenzen solcher Modelle hinsichtlich ihrer mathematischen Analysierbarkeit • Erkennen der Grenzen des Einsatzes solcher Modelle in der Praxis
	Personale Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Kommunikationsfähigkeit (MO3, MO4) • Strategien zur Lösung von Problemen im Bereich der stochastischen Modellierung • Fähigkeit zur Präsentation einfacher wissenschaftlicher Sachverhalte (MO2, MO3) • Fähigkeit zum Computersatz von mathematischen Texten (LaTeX)
Medienformen	Präsentationen mit Beamer
Begleitende Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Föllmer/Schied: Stochastic Finance: An Introduction in Discrete Time. 3rd Ed. De Gruyter (2011)

	<ul style="list-style-type: none"> • McNeil/Frey/Embrechts: Quantitative Risk Management. Cambridge University Press (2006) • verschiedene Originalarbeiten
Lehr- und Lernmethoden	Vorträge der teilnehmenden Studierenden
Art der Prüfungsleistung	Vortrag und Folien der Präsentation
Prüfungsvorleistung	-
Prüfungsdauer	-
Sprache	Deutsch
Angebotsturnus	Unregelmäßig
Lehrende/r	N.N.
Modulverantwortlicher	N.N.
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	-
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik
Einordnung Fachsemester	in Ab dem 1. Fachsemester

MAS 539 (SEM 462)	Fortgeschrittenenseminar Expositiones Mathematica
Form der Veranstaltung	Seminar
Typ der Veranstaltung	Vertiefung
Modulniveau	Master, insbesondere Lehramt
ECTS	4
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 28 h pro Semester (2 SWS)
	Eigenstudium: <ul style="list-style-type: none"> • Vorbereitung des Vortrags: 62 h • Schriftliche Ausarbeitung des Vortrags: 30 h
Vorausgesetzte Kenntnisse	Grundvorlesungen
Lehrinhalte	Nicht durch die Vorlesungen erfasste Themen aus Grundvorlesungen, Numerik und Stochastik
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Vertiefung der Zusammenhänge in Analysis, Numerik und Stochastik (MK1)
	Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • mathematische Beweisführung • Modellierung
	Personale Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Kommunikationsfähigkeit (MO3, MO4) • Fähigkeit zur Präsentation einfacher wissenschaftlicher Sachverhalte (MO2, MO3) • Mathematische Textverarbeitung (LaTeX)
Medienformen	Tafelanschriebe, Präsentationen mit Beamer, schriftliche Ausarbeitungen
Begleitende Literatur	Wechselnd, je nach Themengebieten
Lehr- und Lernmethoden	Betreuung eines Projektes zwischen Schulen und Universität
Art der Prüfungsleistung	Erfolgreiche Betreuung eines Projektes und schriftliche Ausarbeitung
Prüfungsvorleistung	-
Prüfungsdauer	-
Sprache	Deutsch
Angebotsturnus	Unregelmäßig
Lehrende/r	Dr. Peter Parczewski

Modulverantwortlicher	Dr. Peter Parczewski
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	-
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, Lehramt Mathematik, M.Sc. Mathematik
Einordnung Fachsemester	in Ab dem 1. Fachsemester

MAS 540 (SEM 463)	Fortgeschrittenenseminar Finanzmathematik <i>Advanced Seminar on Mathematical Finance</i>
Form der Veranstaltung	Seminar
Typ der Veranstaltung	Vertiefung
Modulniveau	Master
ECTS	4
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 28 h pro Semester (2 SWS)
	Eigenstudium: <ul style="list-style-type: none"> • Vorbereitung des Vortrags: 62 h • Schriftliche Ausarbeitung des Vortrags: 30 h
Vorausgesetzte Kenntnisse	Stochastik 1, Stochastik 2 und Grundwissen in der Finanzmathematik
Lehrinhalte	Ausgewählte Themen der Finanzmathematik
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende Aspekte der stochastischen Modellierung wirtschafts- und finanzmathematischer Fragestellungen (MK1, MK2) • Mathematische Analyse einfacher wirtschafts- und finanzmathematischer Modelle (MK1, MF2)
	Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Erkennen, welche stochastischen Modelle für eine einfache wirtschafts- und finanzmathematische Fragestellung eingesetzt werden können (MF2, MO1) • Erkennen der Grenzen solcher Modelle hinsichtlich ihrer mathematischen Analysierbarkeit • Erkennen der Grenzen des Einsatzes solcher Modelle in der Praxis
	Personale Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Kommunikationsfähigkeit (MO3, MO4) • Strategien zur Lösung von Problemen im Bereich der stochastischen Modellierung • Fähigkeit zur Präsentation einfacher wissenschaftlicher Sachverhalte (MO2, MO3) • Fähigkeit zum Computersatz von mathematischen Texten (LaTeX)
Medienformen	Tafelschriebe, Präsentationen mit Beamer
Begleitende Literatur	Wechselnd
Lehr- und Lernmethoden	Vorträge der teilnehmenden Studierenden

Art der Prüfungsleistung	Vortrag und schriftliche Ausarbeitung
Prüfungsvorleistung	-
Prüfungsdauer	-
Sprache	Deutsch
Angebotsturnus	Unregelmäßig
Lehrende/r	Prof. Dr. David Prömel
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. David Prömel
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	-
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik
Einordnung Fachsemester	in Ab dem 1. Fachsemester

MAS 541 (SEM 464)	Fortgeschrittenenseminar Mathematische Methoden der Künstlichen Intelligenz <i>Advanced Seminar on Mathematical Methods in Artificial Intelligence</i>
Form der Veranstaltung	Seminar
Typ der Veranstaltung	Vertiefung
Modulniveau	Master
ECTS	4
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 28 h pro Semester (2 SWS)
	Eigenstudium: <ul style="list-style-type: none"> • Vorbereitung des Vortrags: 62 h • Schriftliche Ausarbeitung des Vortrags: 30 h
Vorausgesetzte Kenntnisse	Stochastik 1, Stochastik 2
Lehrinhalte	Ausgewählte Themen zur mathematischen Theorie in künstlicher Intelligenz, wie <ul style="list-style-type: none"> • preferential attachment networks • stochastic block model • graphical models • belief propagation • replica symmetry breaking
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende Aspekte der Theorie großer stochastischer Netzwerke • Modellierung mit Modellen der mathematischen Physik • Analyse von Schätzalgorithmen
	Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Erkennen, welches Netzwerkmodell zu welchen Anwendungen passt • Abschätzungen von Schätzfehlern • Konkrete, einfache Modellbildung
	Personale Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Kommunikationsfähigkeit (MO3, MO4) • Strategien zur Lösung von Problemen im Bereich der mathematischen Modellierung • Fähigkeit zur Präsentation einfacher wissenschaftlicher Sachverhalte (MO1) • Fähigkeit zum Computersatz von mathematischen Texten (LaTeX)
Medienformen	Tafelanschriebe, Präsentationen mit Beamer, schriftliche Ausarbeitungen

Begleitende Literatur	Mézard, Montanari: Information, Physics, and Computation
Lehr- und Lernmethoden	Vorträge der teilnehmenden Studierenden
Art der Prüfungsleistung	Vortrag und schriftliche Ausarbeitung
Prüfungsvorleistung	-
Prüfungsdauer	-
Sprache	Deutsch
Angebotsturnus	Unregelmäßig
Lehrende/r	Prof. Dr. Leif Döring
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Leif Döring
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	-
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, Lehramt Mathematik, M.Sc. Mathematik
Einordnung Fachsemester	in Ab dem 1. Fachsemester

MAS 544	Seminar Continued Fractions
Form of module	Seminar
Type of module	Seminar mathematics
Level	Master
ECTS	4
Workload	Presence at the seminar: 28 h/semester (2 SWS), Work at home: 62 h preparation of the talk, 30 h written version of the talk
Prerequisites	Linear Algebra I and IIA, Analysis I and II
Aim of module	The basics of the theory of continued fractions
Learning outcomes and qualification goals	Professional competence: <ul style="list-style-type: none"> • Definitions and properties of continued fractions • Ability to work with them • Knowing applications and relations to other fields
	Competence in methods: <ul style="list-style-type: none"> • Working independently with literature • Reading and understanding mathematical texts • Choosing and preparing and presenting material
	Personal competence: <ul style="list-style-type: none"> • Reading and understanding mathematical texts • Presenting mathematical arguments • Putting up a scientific talk and presenting it
Media	Presentation via blackboard and/or beamer, written version
Literature	C.D. Olds: Continued fractions. Mathematical Association of America, 1963
Methods	Seminar talks of the participating students
Form of assessment	Seminar talk, handout and presentation of slides
Admission requirements for assessment	-
Duration of assessment	-
Language	English

Offering	Possibly once
Lecturer	Dr. Makiko Mase
Person in charge	Dr. Makiko Mase
Duration of module	1 semester
Further modules	-
Range of application	B.Sc. and M.Sc. Business mathematics, M.Sc. Mathematics, B.Sc. and M.Sc. Education mathematics
Semester	4. or 6. in the B.Sc., 2. or 4. in the M.Sc.

MAS 545 (SEM 487)	Seminar: The scottish book (functional analysis)
Form of module	Seminar
Type of module	Mathematik C
Level	Master
ECTS	4
Workload	Presence at the seminar: 28 h (2SWS), Work at home: <ul style="list-style-type: none"> • 35 h preparation of the talk/presentation, • 20 h written version of the talk.
Prerequisites	Analysis I+II, Lineare Algebra I+II basic knowledge of: probability theory, functional analysis
Aim of module	Problems from the "Scottish book" on topics in functional analysis, probability, measure theory, topology or geometry.
Learning outcomes and qualification goals	Professional competence: Better understanding of the main results in functional analysis, analysis, probability theory (MK1)
	Competence in methods: Proper handling of the methods in functional analysis, probability theory (MK1, MF1, MO1, MO3)
	Personal competence: Communication and working in groups (MO2, MO3)
Media	Blackboard as well as beamer
Literature	R. D. Mauldin: The Scottish Book, Birkhäuser, 2015. And papers from the references
Methods	Seminar talks of the participating students
Form of assessment	Seminar talk, handout and presentation of slides
Admission requirements for assessment	-
Duration of assessment	-
Language	English (German)
Offering	Sporadic

Lecturer	Dr. Peter Parczewski
Person in charge	Dr. Peter Parczewski
Duration of module	One semester
Further modules	-
Range of application	M.Sc. Mathematics in Business and Economics, M.Sc. Mathematics
Semester	1. or 3. Semester

MAS 546	Advanced Seminar Proofs by Counting
Form of module	Seminar
Type of module	Seminar mathematics
Level	Master
ECTS	4
Workload	Presence at the seminar: 28 h/semester (2 SWS), Work at home: 62 h preparation of the talk, 30 h written version of the talk
Prerequisites	Linear Algebra I and IIA, Analysis I and II
Aim of module	Many combinatorial identities and elegant proofs
Learning outcomes and qualification goals	Professional competence: <ul style="list-style-type: none"> • Knowing combinatorial formulas • Ability to carry out combinatorial proofs • Knowing applications and relations to other fields
	Competence in methods: <ul style="list-style-type: none"> • Working independently with literature • Reading and understanding mathematical texts • Choosing and preparing and presenting material
	Personal competence: <ul style="list-style-type: none"> • Reading and understanding mathematical texts • Presenting mathematical arguments • Putting up a scientific talk and presenting it
Media	Presentation via blackboard and/or beamer, written version
Literature	Arthur T. Benjamin and Jennifer J. Quinn: Proofs That Really Count. The Art of Combinatorial Proof. The Dolciani Mathematical Expositions, The Mathematical Association of America 2003.
Methods	Seminar talks of the participating students
Form of assessment	Seminar talk, handout and presentation of slides
Admission requirements for assessment	-
Duration of assessment	-

Language	English
Offering	Possibly once
Lecturer	Dr. Makiko Mase
Person in charge	Dr. Makiko Mase
Duration of module	1 semester
Further modules	-
Range of application	B.Sc. and M.Sc. Business mathematics, M.Sc. Mathematics, B.Sc. and M.Sc. Education mathematics
Semester	4. or 6. in the B.Sc., 2. or 4. in the M.Sc.

MAS 547	Research Seminar Mathematical Physics
Form der Veranstaltung	Seminar
Typ der Veranstaltung	Vertiefung
Modulniveau	Master
ECTS	4
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 28h pro Semester (2 SWS)
	Eigenstudium: <ul style="list-style-type: none"> • Einarbeitung in das Thema 36 h • Vorbereitung des Vortrags: 36 h • Ausarbeitung des Vortrags: 20 h
Vorausgesetzte Kenntnisse	Lineare Algebra, Analysis
Lehrinhalte	Wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: vertiefte Kenntnisse im jeweiligen Themengebiet
	Methodenkompetenz: Eigenständiges Erschließen von Fachliteratur, Auswahl von Material und Eigenständige Wiedergabe (BF6, BO4)
	Personale Kompetenz: Kommunikationsfähigkeit (BF5, BO1, BO4), Fähigkeit zur Präsentation wissenschaftlicher Sachverhalte (BF5, BO1), Fähigkeit zum Computersatz mathematischer Texte
Medienformen	Tafelanschriften, Beamer-Präsentation, schriftliche Ausarbeitung
Begleitende Literatur	Themenabhängig
Lehr- und Lernmethoden	Studium von Fachliteratur, Vorbereitung und Abhalten eines Fachvortrags, Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten
Art der Prüfungsleistung	Vortrag und schriftliche Vortragsausarbeitung
Prüfungsvorleistung	
Prüfungsdauer	
Sprache	Deutsch
Angebotsturnus	HWS und FSS

Lehrende/r	Prof. Dr. Daniel Roggenkamp
Modulverantwortliche	Prof. Dr. Daniel Roggenkamp
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	
Verwendbarkeit	MSc Wirtschaftsmathematik, MSc Mathematik, BSc Wirtschaftsmathematik
Einordnung Fachsemester	in 1./2./3. Fachsemester

MAS 547	Research Seminar Mathematical Physics
Form of module	Seminar
Type of module	Seminar Mathematics
Level	Master
ECTS	4
Workload	Classroom instruction: 28h per semester (2 SWS) Self-study: 92 h per semester
Prerequisites	Linear Algebra, Analysis
Aim of module	Will be announced at the beginning of the course.
Learning outcomes and qualification goals	Professional competence: advanced understanding of the respective subject
	Competence in methods: independent study of specialist literature, selection of material and its presentation (BF6, BO4)
	Personal competence: communication capabilities (BF5, BO1, BO4), ability to present scientific topics (BF5, BO1), ability to compose mathematical texts on a computer
Media	Blackboard presentation, beamer presentation, composition of material (handout)
Literature	Dependent on subject. Will be announced in the lectures.
Methods	Study of scientific literature, preparation of and performance of scientific presentation, introduction to scientific methodology
Form of assessment	Presentation and handout
Admission requirements for assessment	
Duration of assessment	
Language	English
Offering	HWS and FSS
Lecturer	Prof. Dr. Daniel Roggenkamp
Person in charge	Prof. Dr. Daniel Roggenkamp

Duration of module	1 semester
Further modules	
Range of application	MSc Wirtschaftsmathematik, BSc Wirtschaftsmathematik, MSc Mathematik
Semester	1./2./3. semester

MAS 548	Research Seminar Algebraic Geometry
Form of module	Seminar
Type of module	Seminar Mathematics
Level	Master
ECTS	4
Workload	Presence at the seminar: 28 h/semester (2 SWS), Work at home: 62 h preparation of the talk, 30 h written version of the talk.
Prerequisites	Knowledge in algebraic geometry
Aim of module	Talks on current research subjects in algebraic geometry
Learning outcomes and qualification goals	Professional competence: (MK1, MF3, MO2) <ul style="list-style-type: none"> • Learning about current research subjects and results in algebraic geometry
	Competence in methods: (MF1, MF3, MO3) <ul style="list-style-type: none"> • Working independently with literature, • Reading and understanding mathematical texts, • Doing successful research
	Personal competence: (MO1, MO4) <ul style="list-style-type: none"> • Ordering the material well and putting up a scientific talk and presenting it
Media	Blackboard as well as beamer.
Literature	Relevant books and research papers
Methods	Seminar talks of the participants
Form of assessment	Seminar talk
Admission requirements for assessment	-
Duration of assessment	-
Language	English
Offering	regular

Lecturer	Prof. Dr. Claus Hertling, Dr. Thomas Reichelt
Person in charge	Prof. Dr. Claus Hertling, Dr. Thomas Reichelt
Duration of module	1 semester
Further modules	-
Range of application	M.Sc. Mathematics in Business and Economics, M. Sc. Mathematics, Doctoral students
Semester	3 rd or higher semester

5. MASTERARBEIT

MAM 650	Masterarbeit
Form der Veranstaltung	Abschlussarbeit
Typ der Veranstaltung	Abschlussarbeit
Modulniveau	Master
ECTS	30
Vorausgesetzte Kenntnisse	Lehrveranstaltungen des Masterstudiengangs Wirtschaftsmathematik im Umfang von mindestens 60 ECTS.
Lehrinhalte	Die Studierenden bearbeiten selbstständig ein Thema aus einem Spezialgebiet der Mathematik, der Wirtschaftsmathematik, der Ökonometrie/Statistik oder der Kryptographie/Komplexitätstheorie.
Lern- und Kompetenzziele	Die/Der Studierende soll nachweisen, dass sie/er in der Lage ist, innerhalb einer vorgegebenen Frist ein Problem selbstständig unter Einsatz wissenschaftlicher Methoden zu bearbeiten. (MK1, MK2, MF1, MO2, MO3)
Begleitende Literatur	Variiert je nach Thema der Masterarbeit
Lehr- und Lernmethoden	Selbstständige schriftliche Bearbeitung eines Themas
Art der Prüfungsleistung	Schriftliche Abschlussarbeit
Prüfungsdauer	6 Monate
Sprache	Deutsch/Englisch
Angebotsturnus	Frühjahrssemester, Herbstsemester
Lehrende/r	Dozenten der Fakultät
Modulverantwortlicher	Dozenten der Fakultät
Dauer des Moduls	6 Monate
Weiterführende Module	-
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik
Einordnung Fachsemester	in 4. Fachsemester

V. Erläuterungen zu den Abkürzungen

Kenntnisse

Die Studierenden besitzen

(MK1) fundierte Kenntnisse in Hauptgebieten der reinen und angewandten Mathematik, sowie vertiefte Kenntnisse in mindestens einem Spezialisierungsgebiet, in dem typischerweise auch die Masterarbeit geschrieben wird;

(MK2) fundierte Kenntnisse über Anwendungsbereiche und Problemlösungsstrategien der Mathematik in den Wirtschaftswissenschaften.

Fähigkeiten

Die Studierenden besitzen die Fertigkeit,

(MF1) einschlägige Forschungsliteratur im Spezialgebiet zu lesen und auf Problemstellungen anzuwenden;

(MF2) eigenverantwortlich in Industrie, Wirtschaft und Verwaltung mathematisch an Problemen zu arbeiten;

(MF3) ihr Studium in einer Promotion fortzusetzen.

Kompetenzen

Die Studierenden

(MO1) sind in der Lage, selbstständig einen wissenschaftlichen Vortrag auf Forschungsniveau auszuarbeiten und zu präsentieren;

(MO2) sind sicher im Umgang mit den grundlegenden Methoden der reinen und angewandten Mathematik;

(MO3) sind befähigt, komplexe Argumentationen im Gebiet der reinen und angewandten Mathematik durchzuführen;

(MO4) besitzen Kompetenz in der Vermittlung mathematischer Inhalte und deren Verknüpfung zu praktischen Fragestellungen