

# Modulbeschreibungen

## Wahlpflichtveranstaltungen Reine Mathematik

### MAA 504: Partial Differential Equations

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

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

## MAA 510: Introduction to Partial Differential Equations

<b>Module number</b>	MAA 510
<b>Title</b>	Introduction to Partial Differential Equations / <i>Einführung in partielle Differentialgleichungen</i>
<b>Form of module</b>	Lectures with Exercises
<b>Type of module</b>	Mathematics elective A
<b>Level</b>	Master
<b>ECTS</b>	8
<b>Workload</b>	<b>In-person study:</b> 84 h (2 lecture and 1 tutorial per week) <b>Self-study:</b> 154 h, including work on the exercises sheets, on-going revision and exam preparation
<b>Prerequisites</b>	Analysis I & II, basic knowledge of Linear Algebra I
<b>Aim of module</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundamental concepts of PDEs</li> <li>• Method of Characteristics</li> <li>• Laplace Equation</li> <li>• Heat Equation</li> <li>• Wave equation</li> </ul>
<b>Learning outcomes and qualification goals</b>	<p><b>Professional competence:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Linear PDEs (MK1, MO2)</li> <li>• Fundamental solutions (MK1)</li> <li>• Greens functions (MK1)</li> <li>• Heat kernel (MK1)</li> <li>• Existence and uniqueness of Cauchy problems (MK1, MO2)</li> <li>• Spherical means in the solution of the Wave equation (MK1)</li> </ul> <p><b>Methodological competence:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Classification of PDEs into elliptic, parabolic and hyperbolic classes (MO2)</li> <li>• Representation formulae as means of solution (MO3)</li> <li>• Energy methods (MO2)</li> <li>• Maximum principles (MO2)</li> </ul> <p><b>Personal competence:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teamwork (MO4)</li> </ul>
<b>Media</b>	Live teaching at the board with supplemental digital visualisation, lecture script, exercises with written solutions, recorded lecture videos, recorded revision videos
<b>Literature</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L. C. Evans: <i>Partial Differential Equations</i></li> <li>• F. John: <i>Partial Differential Equations</i></li> </ul>
<b>Methods</b>	-
<b>Form of assessment</b>	Oral exam
<b>Admission requirements for assessment</b>	-

<b>Duration of assessment</b>	30 minutes
<b>Language</b>	English
<b>Offering</b>	HWS 2025
<b>Lecturer</b>	Prof. Dr. Martin Schmidt
<b>Person in charge</b>	Prof. boshi. Li Chen, Prof. Dr. Martin Schmidt
<b>Duration</b>	1 semester
<b>Further modules</b>	Seminar Prof. Schmidt, Seminar Prof. Chen
<b>Programs</b>	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Wirtschaftspädagogik, Lehramt Mathematik, M.Sc. Mathematik
<b>Semester</b>	1. semester

## MAA 516: Funktionalanalysis

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

<b>Begleitende Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>D. Werner: Funktionalanalysis</i>, Springer, 2018</li> <li>• <i>Alt, H. W.: Lineare Funktionalanalysis: Eine anwendungsorientierte Einführung</i>, Springer, 2012</li> <li>• <i>Hirzebruch, F. und Scharlau, W.: Funktionalanalysis</i>, Spektrum, 1996</li> <li>• <i>Dobrowolski, J.: Angewandte Funktionalanalysis</i>, Springer, 2010</li> <li>• <i>Rudin, W.: Reelle und komplexe Analysis</i>, Oldenbourg Verlag, 1999</li> </ul>
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
<b>Art der Prüfungsleistung</b>	Mündliche Prüfung
<b>Prüfungsvorleistung</b>	Bearbeitung von Übungsblättern und jeweils 50% der Übungsaufgaben und Votieraufgaben bestanden
<b>Prüfungsdaauer</b>	30 Minuten
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Angebotsturnus</b>	HWS
<b>Lehrende/r</b>	Dr. Peter Parczewski
<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Andreas Neuenkirch, Prof. Dr. Martin Schmidt, Prof. Dr. Leif Döring
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Weiterführende Module</b>	-
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Volkswirtschaftslehre, M.Sc. Wirtschaftspädagogik, Lehramt Mathematik, M.Sc. Mathematik
<b>Einordnung in Fachsemester</b>	1./2. Fachsemester (Master), 5./6. Fachsemester (Bachelor)

## MAC 515: Stochastic Processes

<b>Module number</b>	MAC 515
<b>Title</b>	Stochastic Processes / <i>Stochastische Prozesse</i>
<b>Form of module</b>	Lecture with exercise classes
<b>Type of module</b>	Mathematics elective C
<b>Level</b>	Master
<b>ECTS</b>	8
<b>Workload</b>	Lectures: 56 h Exercise classes: 28 h Self-study: 156 h
<b>Prerequisites</b>	Stochastik 1
<b>Aim of module</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stochastic processes in discrete and continuous time</li> <li>• Martingale convergence theory</li> <li>• Weak convergence theory</li> <li>• Brownian motion</li> <li>• Donsker's theorem</li> </ul>
<b>Learning outcomes and qualification goals</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MK1, M02, MO3</li> <li>• MF1, MF3</li> <li>• (cf "Erläuterungen zu den Abkürzungen")</li> </ul>
<b>Media</b>	Blackboard, videos
<b>Literature</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecture Notes</li> <li>• Achim Klenke, <i>Probability Theory</i></li> </ul>
<b>Methods</b>	Lectures, theoretical exercises
<b>Form of assessment</b>	Oral exam
<b>Admission requirements for assessment</b>	Participation in the exercise
<b>Duration of assessment</b>	30 minutes
<b>Language</b>	English
<b>Offering</b>	FSS
<b>Lecturer</b>	Prof. Dr. Leif Döring, Prof. Dr. Martin Slowik, Prof. Dr. David Prömel, Prof. Dr. Simon Weißmann
<b>Person in charge</b>	Prof. Dr. Martin Slowik
<b>Duration of module</b>	1 semester
<b>Further modules</b>	-
<b>Range of application</b>	M.Sc. Mathematik, M.Sc. Wirtschaftsmathematik, Lehramt Mathematik

Semester	1./2./3./4. semester
----------	----------------------

## MAA 519: Stochastic Calculus

<b>Module number</b>	MAA 519
<b>Title</b>	Stochastic Calculus
<b>Form of module</b>	Lecture with exercise classes
<b>Type of module</b>	Mathematics elective A
<b>Level</b>	Master
<b>ECTS</b>	5
<b>Workload</b>	<b>Classroom instruction:</b> 12 h per semester <b>Self-study:</b> 138 h per semester
<b>Prerequisites</b>	Stochastik 1 & 2; WT1 is recommended
<b>Aim of module</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stochastic Integration and Itô formula</li> <li>• Solution theory for stochastic differential equations (strong solutions, linear SDEs)</li> <li>• Change of measure (Girsanov theorem)</li> <li>• Martingale representation theorem</li> </ul>
<b>Learning outcomes and qualification goals</b>	<p><b>Professional competence:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gaining a mathematical understanding of fundamental results in stochastic calculus (MK1, MK2, MF1, MF2, MF3, MO3, MO4)</li> </ul> <p><b>Methodological competence:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proper handling of the standard methods in stochastic calculus (MK1, MF1, MO2)</li> </ul> <p><b>Personal competence:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teamwork (MO2, MO3)</li> </ul>
<b>Media</b>	Videos and presentation on the blackboard
<b>Literature</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecture notes</li> <li>• Kuo, H.-H., <i>Introduction to Stochastic Integration</i>, Springer-Verlag, 2006</li> <li>• Karatzas, I. and Shreve, S., <i>Brownian Motion and Stochastic Calculus</i>, Springer-Verlag, 1998</li> <li>• Revuz, D. and Yor, M., <i>Continuous Martingales and Brownian Motion</i>, Springer-Verlag, 1999</li> </ul>
<b>Methods</b>	Lectures, tutorials, problem sheets, question hours
<b>Form of assessment</b>	Oral exam
<b>Admission requirements for assessment</b>	Successful participation in the exercise classes
<b>Duration of assessment</b>	30 minutes
<b>Language</b>	English
<b>Offering</b>	FSS, HWS
<b>Lecturer</b>	Prof. Dr. David Prömel

<b>Person in charge</b>	Prof. Dr. David Prömel
<b>Duration of module</b>	1 semester
<b>Further modules</b>	-
<b>Range of application</b>	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik
<b>Semester</b>	1./2./3. semester

## Wahlbereich Mathematik

### MAA 508: Advanced Analysis

<b>Module number</b>	MAA 508
<b>Title</b>	Advanced Analysis / <i>Fortgeschrittene Analysis</i>
<b>Form of module</b>	Lecture with exercise
<b>Type of module</b>	Mathematics elective A
<b>Level</b>	Master
<b>ECTS</b>	8
<b>Workload</b>	Lecture 56 hours and exercise 28 hours (6 SWS)
<b>Prerequisites</b>	Analysis I & II, Linear Algebra
<b>Aim of module</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Build up advanced knowledges in analysis</li> <li>• Prepare for master thesis</li> <li>• Advanced training for doctoral students</li> </ul>
<b>Learning outcomes and qualification goals</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Short review of the basis knowledge of real analysis</li> <li>• Lp spaces, distributions</li> <li>• Fourier transform, Sobolev spaces, inequalities with best constants</li> </ul>
<b>Media</b>	Blackboard or beamer
<b>Literature</b>	E. H. Lieb and M. Loss, <i>Analysis, Graduate Studies in Mathematics</i> , V. 14, American Mathematical Society, Providence, Rhode Island, 2nd edition, 2001
<b>Methods</b>	Lectures (4 SWS) and exercise (2 SWS)
<b>Form of assessment</b>	Oral exam
<b>Admission requirements for assessment</b>	Answer the questions proposed by the examiner correctly
<b>Duration of assessment</b>	30 minutes
<b>Language</b>	English
<b>Offering</b>	Irregular
<b>Lecturer</b>	Prof. Simone Rademacher
<b>Person in charge</b>	Prof. boshi. Li Chen, Prof. Simone Rademacher
<b>Duration</b>	1 semester
<b>Further modules</b>	-
<b>Programs</b>	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, Lehramt Mathematik
<b>Semester</b>	1./2./3. semester

## MAA 520: Analytische Zahlentheorie

<b>Modulnummer</b>	MAA 520
<b>Titel</b>	Analytische Zahlentheorie / <i>Analytic Number Theory</i>
<b>Form der Veranstaltung</b>	Vorlesung mit Übung
<b>Typ der Veranstaltung</b>	Wahlpflichtveranstaltung Mathematik A
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>ECTS</b>	8
<b>Arbeitsaufwand</b>	<p><b>Präsenzstudium:</b> 84 h pro Semester (6 SWS)</p> <p><b>Eigenstudium:</b> 154 h pro Semester, davon</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 126 h: Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung und freies Selbststudium</li> <li>• 28 h: Vorbereitung für die Prüfung, z.B. Prüfungs-/ Seminarabschlussarbeits- und Präsentationsvorbereitung</li> </ul>
<b>Vorausgesetzte Kenntnisse</b>	Analysis I & II, Lineare Algebra I & II/A, (Elemente der) Funktionentheorie
<b>Lehrinhalte</b>	<p>Eine Auswahl aus folgenden Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arithmetische Funktionen und Dirichlet-Reihen</li> <li>• Charaktere und Summationsformeln</li> <li>• L-Funktionen und Riemann'sche Zeta-Funktionen</li> <li>• Siebmethoden und Anwendungen des Großen Siebes</li> </ul>
<b>Lern- und Kompetenzziele</b>	<p><b>Fachkompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind mit den Grundbegriffen und wichtigsten Aussagen der analytischen Zahlentheorie vertraut (MK1)</li> </ul> <p><b>Methodenkompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fähigkeit, in abstrakten Strukturen zu denken (MO2)</li> <li>• Fähigkeit, auch umfangreichere Beweise aus dem Bereich der Zahlentheorie zu erfassen und nachzuvollziehen (MO2, MO3)</li> </ul>
<b>Medienform</b>	Präsentationen mit Tafelanschrieb, Beamer und Folien
<b>Begleitende Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenes Skript (online)</li> <li>• J. Brüdern: <i>Einführung in die analytische Zahlentheorie</i></li> <li>• T. M. Apostol: <i>Introduction to Analytic Number Theory</i></li> <li>• D. B. Zagier: <i>Zetafunktionen und quadratische Körper</i></li> </ul>
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
<b>Art der Prüfungsleistung</b>	Mündliche Prüfung
<b>Prüfungsvorleistung</b>	Erfolgreiche Teilnahme am Übungsbetrieb (mindestens 50% der Übungspunkte)
<b>Prüfungsduer</b>	30 Minuten
<b>Sprache</b>	Deutsch

<b>Angebotsturnus</b>	Unregelmäßig
<b>Lehrende/r</b>	Dr. Thomas Reichelt
<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Thomas Reichelt
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Weiterführende Module</b>	-
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, Lehramt Mathematik, M.Sc. Mathematik
<b>Einordnung in Fachsemester</b>	1./2./3. Fachsemester

## MAA 525: Mean-field particle systems and their limits to non-local PDEs

<b>Module number</b>	MAA 525
<b>Title</b>	Mean-field particle systems and their limits to non-local PDEs
<b>Form of module</b>	Lecture courses with tutorials
<b>Type of module</b>	Mathematics elective A
<b>Level</b>	Master
<b>ECTS</b>	8
<b>Workload</b>	<b>Classroom instruction:</b> 56 h (lecture) + 28 h (tutorial) (6 SWS) <b>Self-study:</b> 154 h
<b>Prerequisites</b>	Analysis I & II, Linear Algebra I, Probability I
<b>Aim of module</b>	Rigorous derivation of mean-field type PDEs. Topics include: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic existence results for ODE and SDE</li> <li>• Wellposedness theory of mean-field type nonlocal PDEs</li> <li>• Entropy estimates for PDEs</li> <li>• Derivation of kinetic mean-field equation from N particle dynamical system</li> <li>• Derivation of diffusion aggregation equation</li> </ul>
<b>Learning outcomes and qualification goals</b>	<b>Professional competence:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gaining a mathematical understanding of the fundamental results (MK1, MF3)</li> </ul> <b>Methodological competence:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (MK1, MF3)</li> </ul> <b>Personal competence:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teamwork</li> </ul>
<b>Media</b>	Discussions/presentations on the blackboard and videos
<b>Literature</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecture notes</li> <li>• Golse, F. (2016). <i>On the dynamics of large particle systems in the mean field limit</i>. In: <i>Macroscopic and large scale phenomena: coarse graining, mean field limits and ergodicity</i>, Springer, Cham, pp. 1-144 (Sections 1.2-1.5)</li> <li>• Carmona, R. (2016). <i>Lectures on BSDEs, stochastic control, and stochastic differential games with financial applications</i>, SIAM, Chapters 1-2</li> <li>• Lachkar, D. (2018). Lecture Notes: <i>Mean-field games and interacting particle systems</i>, Chapters 1-3</li> </ul>
<b>Methods</b>	Lecture (4 SWS), Tutorial (2 SWS)
<b>Form of assessment</b>	Oral exam
<b>Admission requirements for assessment</b>	-
<b>Duration of assessment</b>	30 minutes

<b>Language</b>	English
<b>Offering</b>	Irregular
<b>Lecturer</b>	Prof. boshi. Li Chen
<b>Person in charge</b>	Prof. boshi. Li Chen
<b>Duration of module</b>	1 semester
<b>Further modules</b>	-
<b>Range of application</b>	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik
<b>Semester</b>	1./2./3. semester

## MAB 513: Computeralgebra

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

<b>Begleitende Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenes Skript (online)</li> <li>• M. Kaplan: <i>Computeralgebra</i></li> <li>• F. Winkler: <i>Polynomial Algorithms in Computer Algebra</i></li> <li>• K. O. Geddes, S. R. Czabor, G. Labahn: <i>Algorithms for Computer Algebra</i></li> </ul>
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
<b>Art der Prüfungsleistung</b>	Mündliche Prüfung
<b>Prüfungsvorleistung</b>	-
<b>Prüfungsdaauer</b>	30 Minuten
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Angebotsturnus</b>	Unregelmäßig
<b>Lehrende/r</b>	Prof. Dr. Wolfgang Seiler
<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Wolfgang Seiler
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Weiterführende Module</b>	-
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Volkswirtschaftslehre, M.Sc. Wirtschaftspädagogik, Lehramt Mathematik, M.Sc. Mathematik
<b>Einordnung in Fachsemester</b>	1./2./3. Fachsemester (Master), 5./6. Fachsemester (Bachelor)

## MAB 518: Quantum Computing und dessen mathematische Grundlagen

<b>Modulnummer</b>	MAB 518
<b>Titel</b>	Quantum Computing und dessen mathematische Grundlagen / <i>Quantum Computing and its Mathematical Foundations</i>
<b>Form der Veranstaltung</b>	Vorlesung mit Übung
<b>Typ der Veranstaltung</b>	Wahlpflichtveranstaltung Mathematik B
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>ECTS</b>	8
<b>Arbeitsaufwand</b>	<p><b>Präsenzstudium:</b> 84 h pro Semester (6 SWS)</p> <p><b>Eigenstudium:</b> 154 h pro Semester, davon</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 126 h: Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung und freies Selbststudium</li> <li>• 28 h: Vorbereitung für die Prüfung</li> </ul>
<b>Vorausgesetzte Kenntnisse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lineare Algebra I</li> <li>• Stochastik 1</li> <li>• Grundkenntnisse in C (z. B. Kurs "High Performance Computing")</li> <li>• Hilbert-Räume (z. B. Kurs "Stochastik 2B")</li> </ul>
<b>Lehrinhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantencomputing und seine Grundlagen, wie (Quanten)Informationstheorie</li> <li>• Quanten-Wahrscheinlichkeitstheorie</li> </ul>
<b>Lern- und Kompetenzziele</b>	<p><b>Fachkompetenz:</b> (MK1)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematische Grundlagen des Quantencomputing</li> <li>• Programmieren eines Quantencomputers</li> </ul> <p><b>Methodenkompetenz:</b> (MK2)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erstellen einfacher Algorithmen für Quantencomputer</li> <li>• Mathematische Darstellung von Quantencomputern und deren Grundlagen</li> </ul> <p><b>Personale Kompetenz:</b> (MF2, MF3, MO4)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beurteilen der Fähigkeiten und Grenzen eines Quantencomputers</li> </ul>
<b>Medienformen</b>	Präsentationen mit Beamer, Tafelanschriebe
<b>Begleitende Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• J. Watrous: <i>The Theory of Quantum Computing</i>. Cambridge</li> <li>• E.R. Johnson: <i>Programming Quantum Computers: Essential Algorithms and Code Samples</i>. O'Reilly, 2019</li> <li>• A. Khrennikov: <i>Quantum Probability and Randomness</i>. MDPI, 2019</li> <li>• M.A. Nielsen &amp; I.L. Chuang: <i>Quantum Computation and Quantum Information</i>. Cambridge</li> <li>• R.W. Yeung: <i>A First Course in Information Theory</i>. Springer, 2002</li> <li>• M.M. Wilde: <i>Quantum Information Theory</i>. Cambridge, 2017</li> </ul>
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
<b>Art der Prüfungsleistung</b>	Mündliche Prüfung

<b>Prüfungsvorleistung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 50% der Punkte bei schriftlichen Lösungen</li> <li>• 50% gründliche Bearbeitung beim Votiersystem</li> <li>• zweimaliges Vorrechnen in Übungsgruppen</li> </ul>
<b>Prüfungsduer</b>	30 Minuten
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Angebotsturnus</b>	Voraussichtlich 2-jährlich ab HWS 2025
<b>Lehrende/r</b>	Prof. Dr. Martin Schlather
<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Martin Schlather
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Weiterführende Module</b>	Seminar “Definitheit”
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Volkswirtschaftslehre, M.Sc. Volkswirtschaftslehre, Lehramt Mathematik
<b>Einordnung in Fachsemester</b>	1./3. Fachsemester

## MAB 519: Reinforcement Learning

<b>Module number</b>	MAB 519
<b>Title</b>	Reinforcement Learning
<b>Form of module</b>	Lecture with exercise classes
<b>Type of module</b>	Mathematics elective B
<b>Level</b>	Master
<b>ECTS</b>	10
<b>Workload</b>	Lectures: 56 h Exercise classes: 28 h Self-study: 156 h
<b>Prerequisites</b>	Stochastik 1, Markovketten
<b>Aim of module</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Foundations of Markov Decision Processes</li> <li>• Policy- and Value-Iteration Methods</li> <li>• Temporal Difference Learning</li> <li>• Policy-Gradient Methods</li> <li>• Implementation in Python</li> </ul>
<b>Learning outcomes and qualification goals</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MK1, M02, M03</li> <li>• MF1, MF3</li> <li>• (cf. "Erläuterungen zu den Abkürzungen")</li> </ul>
<b>Media</b>	Blackboard, Slides
<b>Literature</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecture Notes</li> <li>• Sutton, Barto: <i>Reinforcement Learning - An Introduction</i></li> <li>• Puterman: <i>Markov Decision Processes</i></li> </ul>
<b>Methods</b>	Lectures, theoretical and programming exercises
<b>Form of assessment</b>	Oral exam
<b>Admission requirements for assessment</b>	Participation in the exercises
<b>Duration of assessment</b>	30 minutes
<b>Language</b>	English
<b>Offering</b>	Irregular
<b>Lecturer</b>	Prof. Dr. Leif Döring
<b>Person in charge</b>	Prof. Dr. Leif Döring
<b>Duration of module</b>	1 semester
<b>Further modules</b>	-

<b>Range of application</b>	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Data Science, M.Sc. Wirtschaftsinformatik
<b>Semester</b>	1./2./3. semester

## MAB 520: Reinforcement Learning 2

<b>Module number</b>	MAB 520
<b>Title</b>	Reinforcement Learning 2
<b>Form of module</b>	Lecture
<b>Type of module</b>	Mathematics elective B
<b>Level</b>	Master
<b>ECTS</b>	5
<b>Workload</b>	Lectures: 28 h Self-study: 114 h
<b>Prerequisites</b>	Reinforcement Learning
<b>Aim of module</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (Double)Deep Q-Learning</li> <li>• Regularisation methods in actor-critic</li> <li>• RL with human feedback</li> <li>• Monte Carlo Search Trees</li> <li>• ODE method to stochastic approximation and their applications</li> </ul>
<b>Learning outcomes and qualification goals</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MK1, M02, M03</li> <li>• MF1, MF3</li> <li>• (cf. “Erläuterungen zu den Abkürzungen”)</li> </ul>
<b>Media</b>	Blackboard, Slides
<b>Literature</b>	Original articles
<b>Methods</b>	Lectures
<b>Form of assessment</b>	Oral exam
<b>Admission requirements for assessment</b>	-
<b>Duration of assessment</b>	30 minutes
<b>Language</b>	English
<b>Offering</b>	Irregular
<b>Lecturer</b>	Prof. Dr. Leif Döring
<b>Person in charge</b>	Prof. Dr. Leif Döring
<b>Duration of module</b>	1 semester
<b>Further modules</b>	-
<b>Range of application</b>	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Data Science, M.Sc. Wirtschaftsinformatik
<b>Semester</b>	1./2./3. semester

## MAB 521: Harmonische Analysis auf Halbgruppen und ihre Anwendung in der Statistik

<b>Modulnummer</b>	MAB 521
<b>Titel</b>	Harmonische Analysis auf Halbgruppen und ihre Anwendung in der Statistik / <i>Harmonic Analysis on Semigroups and its Application in Statistics</i>
<b>Form der Veranstaltung</b>	Vorlesung mit Übung
<b>Typ der Veranstaltung</b>	Wahlpflichtveranstaltung Mathematik B
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>ECTS</b>	8
<b>Arbeitsaufwand</b>	<p><b>Präsenzstudium:</b> 84 h pro Semester (6 SWS)</p> <p><b>Eigenstudium:</b> 154 h pro Semester, davon</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 126 h: Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung und freies Selbststudium</li> <li>• 28 h: Vorbereitung für die Prüfung</li> </ul>
<b>Vorausgesetzte Kenntnisse</b>	Lineare Algebra I, Stochastik 1
<b>Lehrinhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Halbgruppen</li> <li>• Positiv definite Funktionen</li> <li>• Satz von Bochner in der allgemeinsten Form</li> <li>• Anwendungen in der Statistik</li> </ul>
<b>Lern- und Kompetenzziele</b>	<p><b>Fachkompetenz:</b> (MK1)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematische Grundlagen der Fourier-Transformation</li> </ul> <p><b>Methodenkompetenz:</b> (MK2)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Umgang mit positiv definiten Funktionen</li> <li>• Beschreibung von Kegeln</li> </ul> <p><b>Personale Kompetenz:</b> (MF2, MF3, MO4)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beurteilen der Wichtigkeit positiv definiter Funktionen</li> </ul>
<b>Medienformen</b>	Präsentationen mit Beamer, Tafelanschriebe
<b>Begleitende Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Berg, Christensen, Ressel (1984). <i>Harmonic Analysis on Semigroups</i>. Springer</li> <li>• Diverse Forschungsartikel des Lehrstuhls</li> </ul>
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS)
<b>Art der Prüfungsleistung</b>	Mündliche Prüfung
<b>Prüfungsvorleistung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 50% der Punkte bei schriftlichen Lösungen</li> <li>• 50% gründliche Bearbeitung beim Votiersystem</li> <li>• zweimaliges Vorrechnen in Übungsgruppen</li> </ul>
<b>Prüfungsdaauer</b>	30 Minuten

<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Angebotsturnus</b>	Voraussichtlich 2-jährlich ab HWS 2025
<b>Lehrende/r</b>	Prof. Dr. Martin Schlather
<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Martin Schlather
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Weiterführende Module</b>	Seminar Definitheit
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Volkswirtschaftslehre, Lehramt Mathematik, M.Sc. Mathematik
<b>Einordnung in Fachsemester</b>	1./3. Fachsemester

## MAC 502: Computational Finance

<b>Modulnummer</b>	MAC 502
<b>Titel</b>	Computational Finance
<b>Form der Veranstaltung</b>	Lecture with exercise classes (inverted classroom)
<b>Typ der Veranstaltung</b>	Mathematics elective C
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>ECTS</b>	6
<b>Arbeitsaufwand</b>	<b>Classroom instruction:</b> 56 h per semester <b>Self-study:</b> 124 h per semester
<b>Vorausgesetzte Kenntnisse</b>	Advanced Mathematical Finance, Monte Carlo Methods
<b>Lehrinhalte</b>	Numerical methods for derivative pricing. Topics include: <ul style="list-style-type: none"><li>• Basic tools of numerical and stochastic analysis</li><li>• Pricing of European options via PDE- and Monte-Carlo-Methods</li><li>• Pricing of American options via Tree- and Regression Methods</li></ul>
<b>Lern- und Kompetenzziele</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• MK2, MO3</li><li>• MF1, MF2</li><li>• (cf "Erläuterungen zu den Abkürzungen")</li></ul>
<b>Medienformen</b>	Videos, Beamer presentation and blackboard
<b>Begleitende Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lecture Notes</li><li>• Fusai, Roncoroni: <i>Implementing Models in Quantitative Finance: Methods and Cases</i>, Springer, 2008</li><li>• Glasserman: <i>Monte Carlo Methods in Financial Engineering</i>, Springer, 2003</li><li>• Higham: <i>An Introduction to Financial Option Valuation: Mathematics, Stochastics and Computation</i>, CUP, 2004</li><li>• Korn et al.: <i>Monte Carlo Methods and Models in Finance and Insurance</i>, Chapman &amp; Hall, 2012</li></ul>
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Lecture, theoretical and programming exercises and question hours
<b>Art der Prüfungsleistung</b>	Oral exam
<b>Prüfungsvorleistung</b>	Successful participation in the exercise classes, i.e. 50% of the points for the homework
<b>Prüfungsduer</b>	30 minutes
<b>Sprache</b>	English
<b>Angebotsturnus</b>	FSS
<b>Lehrende/r</b>	Prof. Dr. Andreas Neuenkirch

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Andreas Neuenkirch
<b>Dauer des Moduls</b>	1 semester
<b>Weiterführende Module</b>	-
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Data Science
<b>Einordnung in Fachsemester</b>	1./2./3. semester

## MAC 507: Nonlinear Optimization

<b>Modulnummer</b>	MAC 507
<b>Titel</b>	Nonlinear Optimization / <i>Nichtlineare Optimierung</i>
<b>Form der Veranstaltung</b>	Vorlesung mit Übung
<b>Typ der Veranstaltung</b>	Wahlpflichtveranstaltung Mathematik C
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>ECTS</b>	6
<b>Arbeitsaufwand</b>	<p><b>Präsenzstudium:</b> 56 h pro Semester (4 SWS)</p> <p><b>Eigenstudium:</b> 126 h pro Semester, davon</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 112 h: Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung und freies Selbststudium</li> <li>• 14 h: Vorbereitung für die Prüfung, z.B. Prüfungs-/ Seminarabschlussarbeits- und Präsentationsvorbereitung</li> </ul>
<b>Vorausgesetzte Kenntnisse</b>	Lineare Algebra I & II/A, Analysis I & II, idealerweise auch Lineare Optimierung
<b>Lehrinhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Notwendige und Hinreichende Optimalitätsbedingungen für unrestringierte und restringierte Optimierungsprobleme</li> <li>• Regularitätstheorie</li> <li>• Semi-Definite Programme</li> <li>• Asymptotische Konvergenzgarantien von gängigen Optimierungsverfahren</li> <li>• Numerische Verfahren für nicht-lineare Optimierungsprobleme</li> <li>• Numerische Implementierung von Algorithmen</li> </ul>
<b>Lern- und Kompetenzziele</b>	<p><b>Fachkompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kennenlernen und Verstehen verschiedener Methoden und Algorithmen (MK1, MK2)</li> <li>• Implementierungen verschiedener Verfahren (MK1, MK2, MO2, MO4)</li> <li>• Interpretation numerischer Ergebnisse (MK1, MK2)</li> </ul> <p><b>Methodenkompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematische Modellierung eines Problems (MF1, MF2)</li> <li>• Konkrete Problemlösungsstrategien und deren Interpretation (MF1, MF2)</li> </ul> <p><b>Personale Kompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teamarbeit (MO2, MO3)</li> </ul>
<b>Medienformen</b>	Tafelanschrieb; Eigenes Skript (online)
<b>Begleitende Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amir Beck: <i>Introduction to Nonlinear Optimization</i></li> <li>• Jorge Nocedal and Stephen J. Wright: <i>Numerical Optimization</i></li> <li>• Carl Geiger, Christian Kanzow: <i>Numerische Verfahren zur Lösung unrestringierter Optimierungsaufgaben</i></li> <li>• Carl Geiger, Christian Kanzow: <i>Theorie und Numerik restringierter Optimierungsprobleme</i></li> </ul>

<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS)
<b>Art der Prüfungsleistung</b>	Schriftliche Prüfung
<b>Prüfungsvorleistung</b>	Bearbeitung von Übungsblättern und mindestens 50% der Übungsaufgaben bestanden
<b>Prüfungsdaauer</b>	90 Minuten
<b>Sprache</b>	Englisch
<b>Angebotsturnus</b>	Regelmäßig
<b>Lehrende/r</b>	Prof. Mathias Staudigl PhD
<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Mathias Staudigl PhD
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Weiterführende Module</b>	Konvexe Optimierung, Seminar Prof. Staudigl
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, Lehramt Mathematik, Master in Data Science
<b>Einordnung in Fachsemester</b>	1./2./3. Fachsemester

## MAC 509: Numerics of Ordinary Differential Equations

<b>Module number</b>	MAC 509
<b>Title</b>	Numerics of Ordinary Differential Equations / <i>Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen</i>
<b>Form of module</b>	Lecture with exercise classes
<b>Type of module</b>	Mathematics elective C
<b>Level</b>	Master
<b>ECTS</b>	6
<b>Workload</b>	<p><b>Classroom instruction:</b> 56 h per semester (4 SWS)</p> <p><b>Self-study:</b> 126 h per semester, of which:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 98 h: Preparation and follow-up of the course and free self-study</li> <li>• 28 h: Preparation for the exam, e.g. exam/seminar final paper and presentation preparation</li> </ul>
<b>Prerequisites</b>	Numerik, Knowledge of Differential Equations
<b>Aim of module</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Initial value problems: one-step methods, multi-step methods</li> <li>• Initial value problems for stiff differential equations</li> <li>• Boundary value problems: difference methods, variational methods, finite elements</li> </ul>
<b>Learning outcomes and qualification goals</b>	<p><b>Professional competence:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Understanding of advanced methods of numerical mathematics (MK1, MK2)</li> <li>• Concrete implementation and application of the more advanced procedures in program codes (MK1, MK2, MO2, MO4)</li> <li>• Interpretation of numerical results (MK1, MK2)</li> </ul> <p><b>Methodological competence:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematical modeling of a problem (MF1, MF2)</li> <li>• Concrete problem solving strategies and their interpretation (MF1, MF2)</li> </ul> <p><b>Personal competence:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teamwork (MO2, MO3)</li> </ul>
<b>Media</b>	Presentation on the blackboard, projector and slides
<b>Literature</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecture notes (online)</li> <li>• P. Deuflhard, A. Hohmann: <i>Numerische Mathematik II</i></li> <li>• M. Hanke-Bourgeois: <i>Grundlagen der Numerischen Mathematik und des Wissenschaftlichen Rechnens</i></li> <li>• J. Stoer: <i>Einführung in die Numerische Mathematik II</i></li> </ul>
<b>Methods</b>	Lecture (2 SWS), exercise class (2 SWS)
<b>Form of assessment</b>	Oral exam
<b>Admission requirements for assessment</b>	At least 75% of the points of the programming tasks
<b>Duration of assessment</b>	30 minutes

<b>Language</b>	English
<b>Offering</b>	HWS
<b>Lecturer</b>	Prof. Dr. Simone Göttlich, Prof. Dr. Andreas Neuenkirch
<b>Person in charge</b>	Prof. Dr. Simone Göttlich
<b>Duration of module</b>	1 semester
<b>Further modules</b>	Numerics of Partial Differential Equations, Seminar Modellierung und Simulation
<b>Range of application</b>	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, Lehramt Mathematik, M.Sc. Mathematik
<b>Semester</b>	1./2./3. semester

## MAC 510: Numerik partieller Differentialgleichungen

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

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

## MAC 527: Markov Processes

<b>Module number</b>	MAC 527
<b>Title</b>	Markov Processes
<b>Form of module</b>	Lecture
<b>Type of module</b>	Mathematics elective C
<b>Level</b>	Master
<b>ECTS</b>	5
<b>Workload</b>	<b>Self-study:</b> 154 h per semester
<b>Prerequisites</b>	Stochastik 1
<b>Aim of module</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construction of stochastic processes (Theorem of Daniel-Kolmogorov)</li> <li>• Stopping and optional times and stopped processes</li> <li>• Markov processes and its properties (Markov property, strong Markov property, forward and backward equation)</li> <li>• Construction of Markov processes via the transition function</li> <li>• Semigroups of linear operators, resolvents and generators (Theorem of Hille-Yoshida) and its relation to Markov processes</li> <li>• Relation between Markov processes and martingales (Dynkin martingale)</li> <li>• Functionals of Markov processes and partial differential equations</li> </ul>
<b>Learning outcomes and qualification goals</b>	<p><b>Professional competence:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gaining a mathematical understanding of the fundamental results in the theory of Markov processes (MK1, MF3)</li> </ul> <p><b>Methodological competence:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proper handling of the standard methods in the theory of Markov processes (MK1, MF3)</li> </ul> <p><b>Personal competence:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teamwork</li> </ul>
<b>Media</b>	Videos and discussions/presentations on the blackboard
<b>Literature</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chung, <i>Lectures from Markov processes to Brownian motion</i></li> <li>• Liggett, <i>Continuous Time Markov processes: An Introduction</i></li> <li>• Stroock, <i>An Introduction to Markov Processes</i></li> <li>• Pardoux, <i>Markov Processes and application</i></li> <li>• Ethier, Kurtz, <i>Markov Processes: Characterization and convergence</i></li> </ul>
<b>Methods</b>	Lectures (2 SWS), supervision, homework problems
<b>Form of assessment</b>	Oral exam
<b>Admission requirements for assessment</b>	-
<b>Duration of assessment</b>	30 minutes
<b>Language</b>	English

<b>Offering</b>	Irregular
<b>Lecturer</b>	Prof. Dr. Leif Döring, Prof. Dr. Martin Slowik
<b>Person in charge</b>	Prof. Dr. Leif Döring
<b>Duration of module</b>	1 semester
<b>Further modules</b>	-
<b>Range of application</b>	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik
<b>Semester</b>	1./2./3. semester

## MAC 528: Inverse Probleme

<b>Modulnummer</b>	MAC 528
<b>Titel</b>	Inverse Probleme / <i>Inverse Problems</i>
<b>Form der Veranstaltung</b>	Vorlesung mit Übung
<b>Typ der Veranstaltung</b>	Wahlpflichtveranstaltung Mathematik C
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>ECTS</b>	6
<b>Arbeitsaufwand</b>	<p><b>Präsenzstudium:</b> 56 h pro Semester (4 SWS)</p> <p><b>Eigenstudium:</b> 126 h pro Semester, davon</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 112 h: Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung und freies Selbststudium</li> <li>• 14 h: Vorbereitung für die Prüfung, z.B. Prüfungs-/ Seminarabschlussarbeits- und Präsentationsvorbereitung</li> </ul>
<b>Vorausgesetzte Kenntnisse</b>	Optimierung, Numerik. Grundlegende Kenntnisse in Funktionalanalysis, Wahrscheinlichkeitstheorie und nichtlinearer Optimierung sind hilfreich
<b>Lehrinhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Theorie und Regularisierung von schlecht gestellten inversen Problemen, numerische Verfahren zur Regularisierung</li> <li>• Statistische inverse Probleme</li> <li>• Bayessche inverse Probleme</li> </ul>
<b>Lern- und Kompetenzziele</b>	<p><b>Fachkompetenz:</b> (MK1, MK2, MO2, MO4)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kennenlernen und verstehen verschiedener Methoden und Algorithmen</li> <li>• Implementierungen verschiedener Verfahren</li> <li>• Interpretation numerischer Ergebnisse</li> </ul> <p><b>Methodenkompetenz:</b> (MF1, MF2)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematische Modellierung eines Problems</li> <li>• Konkrete Problemlösungsstrategien und deren Interpretation</li> </ul> <p><b>Personale Kompetenz:</b> (MO2, MO3)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teamarbeit</li> </ul>
<b>Medienformen</b>	Tafelanschrieb, Beamerpräsentation
<b>Begleitende Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsskript</li> <li>• H.W. Engl, M. Hanke, A. Neubauer: <i>Regularization of Inverse Problems</i>, Kluwer, 1996 / 2000</li> <li>• A. Kirsch: <i>An introduction to the mathematical theory of inverse problems</i>, Springer, 2011 (2. Auflage)</li> <li>• A. Rieder: <i>Keine Probleme mit Inversen Problemen</i>, Vieweg, 2003</li> <li>• J. Kaipio, E. Somersalo: <i>Statistical and Computational Inverse Problems</i>, Springer, 2005</li> </ul>
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS)
<b>Art der Prüfungsleistung</b>	Mündliche Prüfung

<b>Prüfungsvorleistung</b>	Bearbeitung von Übungsblättern und mindestens 50% der Übungsaufgaben bestanden
<b>Prüfungs dauer</b>	30 Minuten
<b>Sprache</b>	Deutsch, auf Wunsch Englisch
<b>Angebotsturnus</b>	Unregelmäßig
<b>Lehrende/r</b>	Prof. Dr. Simon Weißmann
<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Simon Weißmann
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Weiterführende Module</b>	-
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik, Lehramt Mathematik
<b>Einordnung in Fachsemester</b>	1./2./3. Fachsemester

## MAC 538: Anwendungen skalarer Erhaltungsgleichungen

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

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

## MAC 539: Schadenversicherungsmathematik I

<b>Modulnummer</b>	MAC 539
<b>Titel</b>	Schadenversicherungsmathematik I / <i>Non-Life Insurance Mathematics I</i>
<b>Form der Veranstaltung</b>	Vorlesung
<b>Typ der Veranstaltung</b>	Wahlpflichtveranstaltung Mathematik C
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>ECTS</b>	3
<b>Arbeitsaufwand</b>	<p><b>Präsenzstudium:</b> 28 h pro Semester (2 SWS)</p> <p><b>Eigenstudium:</b> 56 h pro Semester, davon</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 35 h: Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung und freies Selbststudium</li> <li>• 21 h: Vorbereitung für die Prüfung</li> </ul>
<b>Vorausgesetzte Kenntnisse</b>	Wahrscheinlichkeitstheorie auf der Grundlage der Maß- und Integrationstheorie
<b>Lehrinhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Individuelles Modell</li> <li>• Kollektives Modell mit Anwendungen in Tarifierung, Reservierung und Rückversicherung</li> <li>• Dynamisches kollektives Modell</li> <li>• Bestimmung ausreichender Prämien</li> </ul>
<b>Lern- und Kompetenzziele</b>	<p><b>Fachkompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundkenntnis stochastischer Modelle der Schadenversicherungsmathematik</li> </ul> <p><b>Methodenkompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung stochastischer Modelle der Schadenversicherungsmathematik</li> </ul> <p><b>Personale Kompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fähigkeit zur Kommunikation mit Aktuaren in der Praxis</li> </ul>
<b>Medienformen</b>	Tafelanschrieb
<b>Begleitende Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schmidt: <i>Versicherungsmathematik</i></li> <li>• Goelden et al.: <i>Schadenversicherungsmathematik</i></li> <li>• Schmidt: <i>Lectures on Risk Theory</i>,  <a href="https://www.math.tu-dresden.de/sto/schmidt/book/risk.pdf">https://www.math.tu-dresden.de/sto/schmidt/book/risk.pdf</a></li> </ul>
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Vorlesung (2 SWS)
<b>Art der Prüfungsleistung</b>	Mündliche Prüfung
<b>Prüfungsvorleistung</b>	-
<b>Prüfungsduer</b>	20 Minuten
<b>Sprache</b>	Deutsch

<b>Angebotsturnus</b>	FSS
<b>Lehrende/r</b>	Prof. Dr. Klaus D. Schmidt
<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Klaus D. Schmidt
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Weiterführende Module</b>	Schadenversicherungsmathematik II voraussichtlich alle 2 Jahre im FSS, Seminare zur Versicherungsmathematik
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Wirtschaftsmathematik
<b>Einordnung in Fachsemester</b>	Ab dem 1. Fachsemester

## MAC 540: Copulas und Konkordanzmaße

<b>Modulnummer</b>	MAC 540
<b>Titel</b>	Copulas und Konkordanzmaße / <i>Copulas and Measures of Concordance</i>
<b>Form der Veranstaltung</b>	Vorlesung
<b>Typ der Veranstaltung</b>	Wahlpflichtveranstaltung Mathematik C
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>ECTS</b>	4
<b>Arbeitsaufwand</b>	<p><b>Präsenzstudium:</b> 28 h pro Semester (2 SWS)</p> <p><b>Eigenstudium:</b> 56 h pro Semester, davon</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 35 h: Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung und freies Selbststudium</li> <li>• 21 h: Vorbereitung für die Prüfung</li> </ul>
<b>Vorausgesetzte Kenntnisse</b>	Wahrscheinlichkeitstheorie auf der Grundlage der Maß- und Integrationstheorie
<b>Lehrinhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Copulas dienen der Darstellung und der Erzeugung von multivariaten Verteilungen. Konkordanzmaße bewerten mit Hilfe von Copulas stochastische Zusammenhänge zwischen Zufallsvariablen</li> <li>• Copulas und der Satz von Sklar</li> <li>• Spezielle Copulas und Klassen von Copulas</li> <li>• Transformationen von Copulas</li> <li>• Copulamaße</li> <li>• Konkordanzmaße für Copulas</li> </ul>
<b>Lern- und Kompetenzziele</b>	<p><b>Fachkompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundkenntnisse über Copulas und Konkordanzmaße</li> </ul> <p><b>Methodenkompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung von Copulas und Konkordanzmaßen, unter anderem in der Versicherungsmathematik</li> </ul> <p><b>Personale Kompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fähigkeit zur Kommunikation mit Aktuaren in der Praxis</li> </ul>
<b>Medienformen</b>	Tafelanschrieb
<b>Begleitende Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durante, Sempi: <i>Principles of Copula Theory</i></li> <li>• Nelsen: <i>An Introduction to Copulas</i></li> <li>• Fuchs, Schmidt: <i>Bivariate Copulas und Konkordanzmaße</i> (Manuskript)</li> </ul>
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Vorlesung (2 SWS)
<b>Art der Prüfungsleistung</b>	Mündliche Prüfung
<b>Prüfungsvorleistung</b>	-
<b>Prüfungsduer</b>	20 Minuten

<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Angebotsturnus</b>	HWS
<b>Lehrende/r</b>	Prof. Dr. Klaus D. Schmidt
<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Klaus D. Schmidt
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Weiterführende Module</b>	Fortgeschrittenenseminar zur Versicherungsmathematik
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik
<b>Einordnung in Fachsemester</b>	Ab dem 1. Fachsemester (Master), ab dem 5. Fachsemester (Bachelor)

## MAC 557: Advanced Topics in Mathematical Finance

<b>Module number</b>	MAC 557
<b>Title</b>	Advanced Topics in Mathematical Finance
<b>Form of module</b>	Lecture with exercise classes
<b>Type of module</b>	Mathematics elective C
<b>Level</b>	Master
<b>ECTS</b>	6
<b>Workload</b>	<b>Classroom instruction:</b> 42 h per semester <b>Self-study:</b> 138 h per semester
<b>Prerequisites</b>	Stochastic Calculus, basic knowledge in mathematical finance
<b>Aim of module</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Basics of continuous-time arbitrage theory</li> <li>• Black-Scholes theory and Bachelier model</li> <li>• Volatility modeling</li> <li>• Term structure theory for interest rates</li> <li>• Optimal investments and basics of stochastic optimal control; in particular verification arguments for Hamilton-Jacobi-Bellman equations</li> </ul>
<b>Learning outcomes and qualification goals</b>	<p><b>Professional competence:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gaining a mathematical understanding of the main results in continuous-time finance (MK1, MK2, MF1, MF2, MF3, MO3, MO4)</li> </ul> <p><b>Methodological competence:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proper handling of the methods in mathematical finance and stochastic analysis analysis (MK1, MF1, MO2)</li> </ul> <p><b>Personal competence:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teamwork (MO2, MO3)</li> </ul>
<b>Media</b>	Videos and presentation on the blackboard
<b>Literature</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecture notes</li> <li>• Björk, T., <i>Arbitrage Theory in Continuous Time</i>, Oxford University Press, 3rd ed., 2009</li> <li>• Shreve, S. E., <i>Stochastic Calculus for Finance, II</i>, Springer-Verlag, 2004</li> <li>• Pham, H., <i>Continuous-time Stochastic Control and Optimization with Financial Applications</i>, Springer-Verlag, 2009</li> <li>• Filipovic, D., <i>Term-Structure Models: A Graduate Course</i>, Springer Finance Textbooks, 2009</li> </ul>
<b>Methods</b>	Lectures, tutorials, problem sheets, question hours
<b>Form of assessment</b>	Oral exam
<b>Admission requirements for assessment</b>	Successful participation in the exercise classes, i.e. 50% of the points for the homework
<b>Duration of assessment</b>	30 minutes

<b>Language</b>	English
<b>Offering</b>	FSS
<b>Lecturer</b>	Prof. Dr. David Prömel
<b>Person in charge</b>	Prof. Dr. David Prömel
<b>Duration of module</b>	1 semester
<b>Further modules</b>	-
<b>Range of application</b>	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik
<b>Semester</b>	1./2./3. semester

## MAC 559: Quasi Monte Carlo Methoden

<b>Modulnummer</b>	MAC 559
<b>Titel</b>	Quasi Monte Carlo Methoden
<b>Form der Veranstaltung</b>	Vorlesung mit Übung
<b>Typ der Veranstaltung</b>	Wahlpflichtveranstaltung Mathematik C
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>ECTS</b>	6
<b>Arbeitsaufwand</b>	<b>Präsenzstudium:</b> 56 h pro Semester <b>Eigenstudium:</b> 124 h pro Semester
<b>Vorausgesetzte Kenntnisse</b>	Numerik, Monte Carlo Methods
<b>Lehrinhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gleichverteilung modulo Eins</li> <li>• Diskrepanz und Koksma-Hlawka-Ungleichung</li> <li>• Hilberträume mit reproduzierendem Kern</li> <li>• Gitter und Netze</li> <li>• Klassische Niederdiskrepanzfolgen</li> <li>• Quasi-Monte Carlo Integration</li> </ul>
<b>Lern- und Kompetenzziele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BK1, BK3, BO2, BO3</li> <li>• BF2, BF3, BF4</li> <li>• Vgl. Erläuterungen zu den Abkürzungen</li> </ul>
<b>Medienformen</b>	Tafelanschrieb und Folien
<b>Begleitende Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leobacher, Pillichshammer: <i>Introduction to Quasi-Monte Carlo Integration and Applications</i></li> <li>• Niederreiter: <i>Random Number Generation and Quasi-Monte Carlo Methods</i></li> </ul>
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Vorlesung mit Übung
<b>Art der Prüfungsleistung</b>	Mündliche Prüfung
<b>Prüfungsvorleistung</b>	Mindestens 50% der Punkte der Abgabeaufgaben
<b>Prüfungsduer</b>	30 Minuten
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Angebotsturnus</b>	HWS 25 (mindestens einmal alle zwei Jahre)
<b>Lehrende/r</b>	Prof. Dr. Andreas Neuenkirch, Dr. Peter Parczewski
<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Andreas Neuenkirch
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester

<b>Weiterführende Module</b>	Seminar "Ausgewählte Themen der stochastischen Numerik"
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik
<b>Einordnung in Fachsemester</b>	2./4. Fachsemester

## MAC 569: Konvexe Optimierung – Theoretische und Algorithmische Grundlagen

<b>Modulnummer</b>	MAC 569
<b>Titel</b>	Konvexe Optimierung - Theoretische und Algorithmische Grundlagen / <i>Convex Optimization - Theory and Algorithms</i>
<b>Form der Veranstaltung</b>	Vorlesung mit Übung
<b>Typ der Veranstaltung</b>	Wahlpflichtveranstaltung Mathematik C
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>ECTS</b>	6
<b>Arbeitsaufwand</b>	<p><b>Präsenzstudium:</b> 4 h pro Semester (4 SWS)</p> <p><b>Eigenstudium:</b> 20 h pro Semester, davon</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 h: Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung und freies Selbststudium</li> <li>• 10 h: Vorbereitung für die Prüfung</li> </ul>
<b>Vorausgesetzte Kenntnisse</b>	Lineare Algebra I & II/A, Analysis I & II, idealerweise Lineare Optimierung und/oder Nonlinear Optimization
<b>Lehrinhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to Convex Analysis and Monotone Operator theory</li> <li>• Non-smooth analysis</li> <li>• First order Methods for Large-Scale Convex Optimization</li> <li>• Complexity Analysis</li> </ul>
<b>Lern- und Kompetenzziele</b>	<p><b>Fachkompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konvexe und Nicht-glatte Analysis</li> <li>• Numerische Optimierung</li> <li>• Iterations- und Evaluationskomplexität von Verfahren</li> </ul> <p><b>Methodenkompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gradienten-basierte Methoden</li> <li>• Proximale Operatoren</li> <li>• Bregman-Projektionsverfahren</li> <li>• Operator Splitting</li> <li>• Numerische Implementierung</li> </ul> <p><b>Personale Kompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorgetragene Themen im Selbststudium zu wiederholen und zu vertiefen</li> <li>• Kreativität in der Problemlösung</li> <li>• Querverbindungen mit anderen Gebieten der Mathematik herstellen</li> </ul>
<b>Medienformen</b>	Präsentationen mit Tafelanschrieb, Online-Skript
<b>Begleitende Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amir Beck: <i>Introduction to First-Order Methods</i></li> <li>• Yurii Nesterov: <i>Lectures on Convex Optimization</i>, Springer</li> <li>• R. Tyrrell Rockafellar and Roger J-B Wets: <i>Variational Analysis</i></li> </ul>
<b>Art der Prüfungsleistung</b>	Schriftliche Klausur (bei geringer Studentenzahl auch mündliche Prüfung möglich)
<b>Prüfungsvorleistung</b>	Übungsblätter

<b>Prüfungsdauer</b>	90 Minuten
<b>Sprache</b>	Deutsch / Englisch
<b>Angebotsturnus</b>	Unregelmäßig
<b>Lehrende/r</b>	Prof. Mathias Staudigl PhD
<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Mathias Staudigl PhD
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Weiterführende Module</b>	Fortgeschrittenen
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, Lehramt Mathematik, M.Sc. Wirtschaftspädagogik
<b>Einordnung in Fachsemester</b>	1./2./3. Fachsemester

## MAC 574: Bayes'sche Optimierung

<b>Modulnummer</b>	MAC 574
<b>Titel</b>	Bayes'sche Optimierung / <i>Bayesian Optimization</i>
<b>Form der Veranstaltung</b>	Vorlesung
<b>Typ der Veranstaltung</b>	Wahlpflichtveranstaltung Mathematik C
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>ECTS</b>	4
<b>Arbeitsaufwand</b>	<p><b>Präsenzstudium:</b> 28 h pro Semester (2 SWS)</p> <p><b>Eigenstudium:</b> 56 h pro Semester, davon</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 35 h: Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung und freies Selbststudium</li> <li>• 21 h: Vorbereitung für die Prüfung, z.B. Prüfungs-/ Seminarabschlussarbeits- und Präsentationsvorbereitung</li> </ul>
<b>Vorausgesetzte Kenntnisse</b>	Stochastik 1, Stochastische Prozesse und Optimierung sind hilfreich
<b>Lehrinhalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bayes'scher Ansatz globaler Optimierungsprobleme</li> <li>• Modellierung durch Gaußprozesse</li> <li>• Gaußprozess-Regression</li> <li>• Prior- und Posterior-Verteilungen</li> <li>• Anwendung in Hyperparameteroptimierung</li> </ul>
<b>Lern- und Kompetenzziele</b>	<p><b>Fachkompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kennenlernen und Verstehen verschiedener Methoden und Algorithmen (MK1, MK2)</li> <li>• Implementierungen verschiedener Verfahren (MK1, MK2, MO2, MO4)</li> <li>• Interpretation numerischer Ergebnisse (MK1, MK2)</li> </ul> <p><b>Methodenkompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematische Modellierung eines Problems (MF1, MF2)</li> <li>• Konkrete Problemlösungsstrategien und deren Interpretation (MF1, MF2)</li> </ul> <p><b>Personale Kompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teamarbeit (MO2, MO3)</li> </ul>
<b>Medienformen</b>	Tafelanschrieb, Beamerpräsentation
<b>Begleitende Literatur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsskript</li> <li>• J. Mockus: <i>Bayesian Approach to Global Optimization</i>, Springer, 1989</li> <li>• R. Garnett: <i>Bayesian Optimization</i>, Cambridge University Press, 2023</li> </ul>
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Vorlesung (2 SWS)
<b>Art der Prüfungsleistung</b>	Mündliche Prüfung

<b>Prüfungsvorleistung</b>	-
<b>Prüfungsdaauer</b>	30 Minuten
<b>Sprache</b>	Deutsch, auf Wunsch Englisch
<b>Angebotsturnus</b>	Unregelmäßig
<b>Lehrende/r</b>	Prof. Dr. Simon Weißmann
<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Simon Weißmann
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Weiterführende Module</b>	-
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik, Lehramt Mathematik
<b>Einordnung in Fachsemester</b>	Ab dem 1. Fachsemester

## MAC 575: Advanced Volatility Modeling

<b>Module number</b>	MAC 575
<b>Title</b>	Advanced Volatility Modeling
<b>Form of module</b>	Lecture with exercise classes
<b>Type of module</b>	Mathematics elective C
<b>Level</b>	Master
<b>ECTS</b>	5
<b>Workload</b>	<b>Classroom instruction:</b> 21 h per semester <b>Self-study:</b> 129 h per semester (including on-going revision and exam preparation)
<b>Prerequisites</b>	Stochastic Calculus
<b>Aim of module</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volatility modeling</li> <li>• Calibration of volatility models</li> <li>• Approximation methods of LSVM</li> <li>• Particle methods</li> <li>• McKean-Vlasov type stochastic differential equations</li> </ul>
<b>Learning outcomes and qualification goals</b>	<p><b>Professional competence:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Understanding volatility phenomena and their modeling (MF1, MF3)</li> <li>• Theory of RKHS (MK1)</li> <li>• Particle methods (MK1, MF3)</li> </ul> <p><b>Methodological competence:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Approximation of functions in an RKHS (MF2, MF3)</li> <li>• Efficient implementation of numerical algorithms (MF2, MF3)</li> </ul> <p><b>Personal competence:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Team work and presentation skills (MO2, MO3, MO4)</li> </ul>
<b>Media</b>	Script (online) and presentation on the blackboard
<b>Literature</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Script</li> <li>• Gatheral, J., <i>The volatility surface: a practitioner's guide</i></li> <li>• Bayer, C., Belomestny, D., Butkovsky, O., and Schoenmakers, J., <i>RKHS regularization of singular local stochastic volatility McKean-Vlasov models</i>, 2022</li> <li>• Carmona, R. and Delarue, F., <i>Probabilistic Theory of Mean Field Games with Applications I &amp; II</i>, 2018</li> <li>• Steinwart, I., <i>Support vector machines</i>, 2008</li> </ul>
<b>Methods</b>	Lectures, question hours
<b>Form of assessment</b>	Oral exam
<b>Admission requirements for assessment</b>	Successful participation in the exercise classes
<b>Duration of assessment</b>	30 minutes
<b>Language</b>	English

<b>Offering</b>	FSS
<b>Lecturer</b>	Prof. Dr. David Prömel
<b>Person in charge</b>	Prof. Dr. David Prömel
<b>Duration of module</b>	1 semester
<b>Further modules</b>	-
<b>Range of application</b>	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik
<b>Semester</b>	1./2./3. semester

# Seminare Mathematik

## MAS 501: Fortgeschrittenenseminar Stochastik

<b>Modulnummer</b>	MAS 501
<b>Titel</b>	Fortgeschrittenenseminar Stochastik / <i>Advanced Seminar Stochastics</i>
<b>Form der Veranstaltung</b>	Seminar
<b>Typ der Veranstaltung</b>	Vertiefung
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>ECTS</b>	4
<b>Arbeitsaufwand</b>	<p><b>Präsenzstudium:</b> 28 h pro Semester (2 SWS)</p> <p><b>Eigenstudium:</b> 92 h pro Semester, davon</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 62 h: Vorbereitung des Vortrags</li> <li>• 30 h: Schriftliche Ausarbeitung des Vortrags</li> </ul>
<b>Vorausgesetzte Kenntnisse</b>	Wahrscheinlichkeitstheorie I und/oder II
<b>Lehrinhalte</b>	Ausgewählte Themen der modernen Stochastik
<b>Lern- und Kompetenzziele</b>	<p><b>Fachkompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertiefte Kenntnisse in einem Spezialgebiet der Stochastik (MK1, MK2)</li> </ul> <p><b>Methodenkompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fähigkeit, in einem Spezialgebiet einschlägige Fachliteratur lesen und präsentieren zu können (MF1, MO1, MO3)</li> </ul> <p><b>Personale Kompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommunikationsfähigkeit (MO3, MO4)</li> </ul>
<b>Medienformen</b>	Tafelanschriebe, Präsentationen mit Beamer
<b>Begleitende Literatur</b>	Ausgewählte Buchkapitel oder Zeitschriftenartikel der modernen Stochastik
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Vorträge der teilnehmenden Studierenden
<b>Art der Prüfungsleistung</b>	Vortrag und schriftliche Ausarbeitung
<b>Prüfungsvorleistung</b>	-
<b>Prüfungsduer</b>	-
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Angebotsturnus</b>	Unregelmäßig
<b>Lehrende/r</b>	Prof. Dr. Leif Döring
<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Leif Döring

<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Weiterführende Module</b>	-
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik
<b>Einordnung in Fachsemester</b>	1./3. Fachsemester

## MAS 502: Seminar Ausgewählte Themen der stochastischen Numerik

<b>Modulnummer</b>	MAS 502
<b>Titel</b>	Seminar Ausgewählte Themen der stochastischen Numerik / <i>Seminar on Selected Topics in Numerical Mathematics</i>
<b>Form der Veranstaltung</b>	Seminar
<b>Typ der Veranstaltung</b>	Vertiefung
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>ECTS</b>	4
<b>Arbeitsaufwand</b>	<p><b>Präsenzstudium:</b> 28 h pro Semester (2 SWS)</p> <p><b>Eigenstudium:</b> 92 h pro Semester, davon</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 62 h: Vorbereitung des Vortrags</li> <li>• 30 h: Schriftliche Ausarbeitung des Vortrags</li> </ul>
<b>Vorausgesetzte Kenntnisse</b>	Numerik, Stochastische Simulation/Monte Carlo Methods
<b>Lehrinhalte</b>	Wechselnde Themen aus dem Bereich der Stochastischen Numerik und ihrer Anwendungen
<b>Lern- und Kompetenzziele</b>	<p><b>Fachkompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden haben vertieftes Wissen in einem Spezialgebiet der Stochastischen Numerik und dessen Anwendungen erworben (MK1, MK2)</li> </ul> <p><b>Methodenkompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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, MO3)</li> </ul> <p><b>Personale Kompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommunikationsfähigkeit (MF2, MO4)</li> <li>• Fähigkeit zur Präsentation komplexer wissenschaftlicher Sachverhalte (MO4)</li> <li>• Mathematische Textverarbeitung (<math>\text{\LaTeX}</math>)</li> </ul>
<b>Medienformen</b>	Tafelanschrieb, Beamerpräsentation, schriftliche Ausarbeitungen
<b>Begleitende Literatur</b>	Wechselnd, je nach Themenkreis
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Vorträge der teilnehmenden Studierenden
<b>Art der Prüfungsleistung</b>	Vortrag und begleitende schriftliche Ausarbeitung
<b>Prüfungsvorleistung</b>	-
<b>Prüfungsduauer</b>	-
<b>Sprache</b>	Deutsch

<b>Angebotsturnus</b>	Unregelmäßig
<b>Lehrende/r</b>	Prof. Dr. Andreas Neuenkirch
<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Andreas Neuenkirch
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Weiterführende Module</b>	-
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik
<b>Einordnung in Fachsemester</b>	1./2./3. Fachsemester

## MAS 503: Seminar Modellierung und Simulation

<b>Modulnummer</b>	MAS 503
<b>Titel</b>	Seminar Modellierung und Simulation / <i>Seminar on Modeling and Simulation</i>
<b>Form der Veranstaltung</b>	Seminar
<b>Typ der Veranstaltung</b>	Vertiefung
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>ECTS</b>	4
<b>Arbeitsaufwand</b>	<p><b>Präsenzstudium:</b> 28 h pro Semester (2 SWS)</p> <p><b>Eigenstudium:</b> 92 h pro Semester, davon</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 62 h: Vorbereitung des Vortrags</li> <li>• 30 h: Schriftliche Ausarbeitung des Vortrags</li> </ul>
<b>Vorausgesetzte Kenntnisse</b>	Numerik von Differentialgleichungen gewöhnlicher oder partieller, Optimierung
<b>Lehrinhalte</b>	Ausgewählte Themen aus der Praxis
<b>Lern- und Kompetenzziele</b>	<p><b>Fachkompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertieftete Kenntnisse in einem Spezialgebiet der Numerik / Optimierung (MK1, MK2, MF2)</li> </ul> <p><b>Methodenkompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fähigkeit, in einem Spezialgebiet einschlägige Fachliteratur lesen und präsentieren zu können (MF1, MO1, MO3, MO4)</li> </ul> <p><b>Personale Kompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommunikationsfähigkeit (MO3, MO4)</li> </ul>
<b>Medienformen</b>	Tafelanschriften, Präsentationen mit Beamer
<b>Begleitende Literatur</b>	Ausgewählte Buchkapitel, Zeitschriftenartikel der Numerik / Optimierung
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Vorträge der teilnehmenden Studierenden
<b>Art der Prüfungsleistung</b>	Vortrag und schriftliche Ausarbeitung
<b>Prüfungsvorleistung</b>	-
<b>Prüfungsduauer</b>	-
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Angebotsturnus</b>	FSS
<b>Lehrende/r</b>	Prof. Dr. Simone Göttlich
<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Simone Göttlich
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester

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

## MAS 510: Seminar Diffusion Equations

<b>Module number</b>	MAS 510
<b>Title</b>	Seminar Diffusion Equations + Advanced
<b>Form of module</b>	Seminar
<b>Type of module</b>	Advanced
<b>Level</b>	Bachelor + Master
<b>ECTS</b>	4
<b>Workload</b>	Meeting in person: 28 h per semester (2 SWS) Reading topic-related references: 20 h Preparing for the presentation: 20 h Report for the presentation: 15 h
<b>Prerequisites</b>	Analysis I & II, Linear Algebra, Basic knowledge of differential equations
<b>Aim of module</b>	Preparation for the Bachelor + Master theses
<b>Learning outcomes and qualification goals</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Weak solution theory (MK1, MO2)</li> <li>• Free energy method in studying large time behavior (MK1, MO2)</li> <li>• Application of the theory in newly derived models (MO3)</li> </ul>
<b>Media</b>	Blackboard or beamer
<b>Literature</b>	Will be distributed at the first meeting
<b>Methods</b>	Presentations by the participants
<b>Form of assessment</b>	Presentation and the report from the presentation
<b>Admission requirements for assessment</b>	Clearly present the learning-distributed material, participate in the other presentations, join the discussions in the seminar
<b>Duration of assessment</b>	45-90 minutes
<b>Language</b>	English
<b>Offering</b>	Regularly in the FSS
<b>Lecturer</b>	Prof. boshi. Li Chen
<b>Person in charge</b>	Prof. boshi. Li Chen
<b>Duration of module</b>	1 semester
<b>Further modules</b>	-
<b>Range of application</b>	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik
<b>Semester</b>	1./2./3. semester (Master), 3./5. semester (Bachelor)

## MAS 512: Research Seminar Scientific Computing

<b>Modulnummer</b>	MAS 512
<b>Titel</b>	Research Seminar Scientific Computing
<b>Form der Veranstaltung</b>	Seminar
<b>Typ der Veranstaltung</b>	Vertiefung
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>ECTS</b>	4
<b>Arbeitsaufwand</b>	<p><b>Präsenzstudium:</b> 28 h pro Semester (2 SWS)</p> <p><b>Eigenstudium:</b> 92 h pro Semester, davon</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 36 h: Einarbeitung in das Thema</li> <li>• 36 h: Inhaltliche Vorbereitung des Vortrags</li> <li>• 20 h: Ausarbeitung von Präsentation und ggf. Handouts mittels L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X</li> </ul>
<b>Vorausgesetzte Kenntnisse</b>	Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen, Numerik partieller Differentialgleichungen, Nichtlineare Optimierung.
<b>Lehrinhalte</b>	Wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben
<b>Lern- und Kompetenzziele</b>	<p><b>Fachkompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenständiges Erschließen von Fachliteratur (MK1), (MK2), (MF1)</li> <li>• Übertragung der Inhalte auf ein konkretes Anwendungsbeispiel</li> </ul> <p><b>Methodenkompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertiefung der methodischen Kenntnisse aus der Numerik und Analysis partieller Differentialgleichungen (MF1), (MK2)</li> </ul> <p><b>Personale Kompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Halten eines Fachvortrags (MO1), (MO3)</li> <li>• Aufbereitung von Fachwissen für ein fachlich interessiertes Publikum (MO4)</li> </ul>
<b>Medienformen</b>	-
<b>Begleitende Literatur</b>	Ausgewählte Buchkapitel, Zeitschriftenartikel der Numerik / Optimierung
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Vorbereitung und Abhalten eines Seminarvortrags mit entsprechender schriftlicher Ausarbeitung sowie Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten (ähnlich zu einem Reading Course)
<b>Art der Prüfungsleistung</b>	Vorbereitung und Abhalten eines Seminarvortrags mit entsprechender schriftlicher Ausarbeitung sowie Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten (ähnlich zu einem Reading Course)
<b>Prüfungsvorleistung</b>	-
<b>Prüfungsduauer</b>	-
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Angebotsturnus</b>	Regelmäßig im HWS

<b>Lehrende/r</b>	Prof. Dr. Simone Göttlich
<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Simone Göttlich
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Weiterführende Module</b>	-
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik
<b>Einordnung in Fachsemester</b>	ab 3. Fachsemester

## MAS 515: Fortgeschrittenenseminar Mathematische Optimierung

<b>Modulnummer</b>	MAS 515
<b>Titel</b>	Fortgeschrittenenseminar Mathematische Optimierung / <i>Advanced Seminar on Mathematical Optimization</i>
<b>Form der Veranstaltung</b>	Seminar
<b>Typ der Veranstaltung</b>	Vertiefung
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>ECTS</b>	4
<b>Arbeitsaufwand</b>	<p><b>Präsenzstudium:</b> 28 h pro Semester (2 SWS)</p> <p><b>Eigenstudium:</b> 92 h pro Semester, davon</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 62 h: Vorbereitung des Vortrags</li> <li>• 30 h: Schriftliche Ausarbeitung des Vortrags</li> </ul>
<b>Vorausgesetzte Kenntnisse</b>	Analysis, Lineare Algebra, Numerik, Optimierung
<b>Lehrinhalte</b>	Ausgewählte fortgeschrittene Themen der Optimierung
<b>Lern- und Kompetenzziele</b>	<p><b>Fachkompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertieft Kenntnisse in einem Spezialgebiet der Numerik / Optimierung (MK1, MK2, MF2)</li> </ul> <p><b>Methodenkompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fähigkeit, in einem Spezialgebiet einschlägige Fachliteratur lesen und präsentieren zu können (MF1, MO1, MO3, MO4)</li> </ul> <p><b>Personale Kompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommunikationsfähigkeit (MO3, MO4)</li> </ul>
<b>Medienformen</b>	Tafelanschriebe, Präsentationen mit Beamer
<b>Begleitende Literatur</b>	Ausgewählte Buchkapitel, Zeitschriftenartikel der Numerik / Optimierung / Stochastischen Optimierung
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Vorträge der teilnehmenden Studierenden
<b>Art der Prüfungsleistung</b>	Vortrag und schriftliche Ausarbeitung
<b>Prüfungsvorleistung</b>	-
<b>Prüfungsduauer</b>	-
<b>Sprache</b>	Deutsch, auf Wunsch Englisch
<b>Angebotsturnus</b>	Unregelmäßig
<b>Lehrende/r</b>	Prof. Mathias Staudigl PhD
<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Mathias Staudigl PhD
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester

<b>Weiterführende Module</b>	-
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Data Science
<b>Einordnung in Fachsemester</b>	Ab dem 1. Fachsemester

## MAS 519: Fortgeschrittenenseminar Computational Methods

<b>Modulnummer</b>	MAS 519
<b>Titel</b>	Fortgeschrittenenseminar Computational Methods / <i>Advanced Seminar on Computational Methods</i>
<b>Form der Veranstaltung</b>	Seminar
<b>Typ der Veranstaltung</b>	Vertiefung
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>ECTS</b>	4
<b>Arbeitsaufwand</b>	<p><b>Präsenzstudium:</b> 28 h pro Semester (2 SWS)</p> <p><b>Eigenstudium:</b> 55 h pro Semester, davon</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 20 h: Einarbeitung in das Thema</li> <li>• 20 h: Inhaltliche Vorbereitung des Vortrags</li> <li>• 15 h: Ausarbeitung einer Präsentation mittels LATEX und Tafelanschrieb</li> </ul>
<b>Vorausgesetzte Kenntnisse</b>	Vorlesung "Computational Statistics" oder "High Performance Computing"
<b>Lehrinhalte</b>	Ausgewählte Themen innerhalb des Gebietes "Computational Methods"
<b>Lern- und Kompetenzziele</b>	<p><b>Fachkompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erweiterung der Methodenkenntnis innerhalb des Gebietes "Computational Methods" (MK1)</li> </ul> <p><b>Methodenkompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erkennen, welche einfache Algorithmen für welche Daten eingesetzt werden sollten (MF1, MF2)</li> <li>• Erkennen der Grenzen der mathematischen Analysierbarkeit von Algorithmen (MF1, MF2)</li> <li>• Erkennen der Grenzen des Einsatzes von einfachen Algorithmen in der Praxis (MO4)</li> </ul> <p><b>Personale Kompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommunikationsfähigkeit (MF2, MO1, MO4)</li> <li>• Strategien zur Lösung von einfachen Problemen im Bereich Computational Methods (MO3)</li> <li>• Fähigkeit zur verständlichen Präsentation wissenschaftlicher Sachverhalte (MO1, MO4)</li> <li>• Fähigkeit zum Computersatz zur Erstellung von mathematischen Texten (LATEX)</li> </ul>
<b>Medienformen</b>	Präsentation mit Beamer
<b>Begleitende Literatur</b>	Gemäß den jeweiligen Themen, z.B. G.H. Givens & J.A. Hoeting: <i>Computational Statistics</i> . Wiley
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Seminarvorträge der teilnehmenden Studierenden
<b>Art der Prüfungsleistung</b>	Vortrag und Folien der Präsentation

<b>Prüfungsvorleistung</b>	Inhaltliche Vorbereitung zu und Wahrnehmung eines Beratungsgesprächs mindestens 3 Tage vor dem Vortrag
<b>Prüfungsduer</b>	-
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Angebotsturnus</b>	Voraussichtlich 2-jährlich ab HWS 25
<b>Lehrende/r</b>	Prof. Dr. Martin Schlather
<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Martin Schlather
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Weiterführende Module</b>	-
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik
<b>Einordnung in Fachsemester</b>	1./3. Fachsemester

## MAS 521: Fortgeschrittenenseminar zur Versicherungsmathematik

<b>Modulnummer</b>	MAS 521
<b>Titel</b>	Fortgeschrittenenseminar zur Versicherungsmathematik / <i>Advanced Seminar on Insurance Mathematics</i>
<b>Form der Veranstaltung</b>	Seminar
<b>Typ der Veranstaltung</b>	Vertiefung
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>ECTS</b>	4
<b>Arbeitsaufwand</b>	<p><b>Präsenzstudium:</b> 28 h pro Semester (2 SWS)</p> <p><b>Eigenstudium:</b> 92 h pro Semester, davon</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 64 h: Inhaltliche Vorbereitung des Vortrags</li> <li>• 28 h: Erstellung des Handouts, der Folien und der schriftlichen Ausarbeitung des Vortrags in L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X</li> </ul>
<b>Vorausgesetzte Kenntnisse</b>	Wahrscheinlichkeitstheorie auf der Grundlage der Maß- und Integrationstheorie
<b>Lehrinhalte</b>	Ausgewählte Themen der Versicherungsmathematik und verwandter Gebiete der Stochastik
<b>Lern- und Kompetenzziele</b>	<p><b>Fachkompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematische Analyse stochastischer Modelle</li> </ul> <p><b>Methodenkompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenständige Erarbeitung mathematischer Literatur, Aneignung der Ergebnisse und Beweismethoden und deren Umsetzung in einen verständlichen Vortrag</li> </ul> <p><b>Personale Kompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fähigkeit zur verständlichen Präsentation mathematischer Sachverhalte</li> </ul>
<b>Medienformen</b>	Präsentation der Ergebnisse mit Beamer und Tafelanschrieb der Beweise
<b>Begleitende Literatur</b>	Literaturhinweise zum jeweiligen Thema werden bei der Vorbesprechung angegeben
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Seminarvorträge der Teilnehmer
<b>Art der Prüfungsleistung</b>	Handout, Folien und schriftliche Ausarbeitung des Vortrags
<b>Prüfungsvorleistung</b>	-
<b>Prüfungsduer</b>	45-90 Minuten
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Angebotsturnus</b>	Jedes Semester
<b>Lehrende/r</b>	Prof. Dr. Klaus D. Schmidt

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Klaus D. Schmidt
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Weiterführende Module</b>	-
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik
<b>Einordnung in Fachsemester</b>	Ab dem 1. Fachsemester

## MAS 533: Seminar Ausgewählte Themen partieller und gewöhnlicher Differenzialgleichungen

<b>Modulnummer</b>	MAS 533
<b>Titel</b>	Seminar Ausgewählte Themen partieller und gewöhnlicher Differenzialgleichungen
<b>Form der Veranstaltung</b>	Seminar
<b>Typ der Veranstaltung</b>	Vertiefung
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>ECTS</b>	4
<b>Arbeitsaufwand</b>	<p><b>Präsenzstudium:</b> 28 h pro Semester (2 SWS)</p> <p><b>Eigenstudium:</b> 92 h pro Semester, davon</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 62 h: Vorbereitung des Vortrags</li> <li>• 30 h: Schriftlich Ausarbeitung des Vortrags</li> </ul>
<b>Vorausgesetzte Kenntnisse</b>	Eine der Vorlesungen Differenzialgleichungen, Dynamische Systeme oder Analysis III
<b>Lehrinhalte</b>	Ausgewählte Themen zu Theorie und Anwendungen von Differenzialgleichungen und dynamischen Systemen
<b>Lern- und Kompetenzziele</b>	<p><b>Fachkompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Aspekte der Theorie der Differenzialgleichungen und der Theorie der dynamischen Systeme (MK1)</li> <li>• Anwendungen von Differenzialgleichungen und dynamischen Systemen in den Wirtschaftswissenschaften (MK1, MK2)</li> </ul> <p><b>Methodenkompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematische Beweisführung (MF1, MO1)</li> <li>• Strukturierung mathematischer Texte (MO1, MO2)</li> </ul> <p><b>Personale Kompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lesen und Verstehen mathematischer Texte (MF1)</li> <li>• Darstellung mathematischer Argumentation (MO1, MO2, MO3)</li> <li>• Fähigkeit zur Präsentation einfacher wissenschaftlicher Sachverhalte (MO2, MO3)</li> <li>• Fähigkeit zum Computersatz von mathematischen Texten (<b>LATEX</b>)</li> </ul>
<b>Medienformen</b>	Tafelanschrieb, Präsentationen mit Beamer, schriftliche Ausarbeitungen
<b>Begleitende Literatur</b>	Wird zu Beginn bekannt gegeben
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Seminarvorträge der teilnehmenden Studierenden
<b>Art der Prüfungsleistung</b>	Vortrag und schriftliche Ausarbeitung
<b>Prüfungsduer</b>	-
<b>Sprache</b>	Deutsch, auf Wunsch Englisch
<b>Lehrende/r</b>	Prof. Dr. Martin Schmidt

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Martin Schmidt
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Weiterführende Module</b>	-
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik
<b>Einordnung in Fachsemester</b>	3. Fachsemester

## MAS 539: Fortgeschrittenenseminar Expositiones Mathematicae

<b>Modulnummer</b>	MAS 539
<b>Titel</b>	Fortgeschrittenenseminar Expositiones Mathematicae
<b>Form der Veranstaltung</b>	Seminar
<b>Typ der Veranstaltung</b>	Vertiefung
<b>Modulniveau</b>	Master, insbesondere Lehramt
<b>ECTS</b>	4
<b>Arbeitsaufwand</b>	<p><b>Präsenzstudium:</b> 28 h pro Semester (2 SWS)</p> <p><b>Eigenstudium:</b> 92 h pro Semester, davon</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 62 h: Vorbereitung des Vortrags</li> <li>• 30 h: Schriftliche Ausarbeitung des Vortrags</li> </ul>
<b>Vorausgesetzte Kenntnisse</b>	Grundvorlesungen
<b>Lehrinhalte</b>	Nicht durch die Vorlesungen erfasste Themen aus Grundvorlesungen, Numerik und Stochastik
<b>Lern- und Kompetenzziele</b>	<p><b>Fachkompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertiefung der Zusammenhänge in Analysis, Numerik und Stochastik (MK1)</li> </ul> <p><b>Methodenkompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematische Beweisführung</li> <li>• Modellierung</li> </ul> <p><b>Personale Kompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommunikationsfähigkeit (MO3, MO4)</li> <li>• Fähigkeit zur Präsentation einfacher wissenschaftlicher Sachverhalte (MO2, MO3)</li> <li>• Mathematische Textverarbeitung (L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X)</li> </ul>
<b>Medienformen</b>	Tafelanschriebe, Präsentationen mit Beamer, schriftliche Ausarbeitungen
<b>Begleitende Literatur</b>	Wechselnd, je nach Themengebieten
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Betreuung eines Projektes zwischen Schulen und Universität
<b>Art der Prüfungsleistung</b>	Erfolgreiche Betreuung eines Projektes und schriftliche Ausarbeitung (3-10 Seiten)
<b>Prüfungsvorleistung</b>	-
<b>Prüfungsduer</b>	45-90 Minuten
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Angebotsturnus</b>	Jedes Semester
<b>Lehrende/r</b>	Dr. Peter Parczewski

<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Peter Parczewski
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Weiterführende Module</b>	-
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, Lehramt Mathematik, M.Sc. Mathematik
<b>Einordnung in Fachsemester</b>	Ab dem 1. Fachsemester

## MAS 540: Fortgeschrittenenseminar Finanzmathematik

<b>Modulnummer</b>	MAS 540
<b>Titel</b>	Fortgeschrittenenseminar Finanzmathematik / <i>Advanced Seminar on Mathematical Finance</i>
<b>Form der Veranstaltung</b>	Seminar
<b>Typ der Veranstaltung</b>	Vertiefung
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>ECTS</b>	4
<b>Arbeitsaufwand</b>	<p><b>Präsenzstudium:</b> 28 h pro Semester (2 SWS)</p> <p><b>Eigenstudium:</b> 92 h pro Semester, davon</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 62 h: Vorbereitung des Vortrags</li> <li>• 30 h: Schriftliche Ausarbeitung des Vortrags</li> </ul>
<b>Vorausgesetzte Kenntnisse</b>	Stochastik 1 & 2, Grundwissen in der Finanzmathematik
<b>Lehrinhalte</b>	Ausgewählte Themen der Finanzmathematik
<b>Lern- und Kompetenzziele</b>	<p><b>Fachkompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Aspekte der stochastischen Modellierung wirtschafts- und finanzmathematischer Fragestellungen (MK1, MK2)</li> <li>• Mathematische Analyse einfacher wirtschafts- und finanzmathematischer Modelle (MK1, MF2)</li> </ul> <p><b>Methodenkompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erkennen, welche stochastischen Modelle für eine einfache wirtschafts- und finanzmathematische Fragestellung eingesetzt werden können (MF2, MO1)</li> <li>• Erkennen der Grenzen solcher Modelle hinsichtlich ihrer mathematischen Analysierbarkeit</li> <li>• Erkennen der Grenzen des Einsatzes solcher Modelle in der Praxis</li> </ul> <p><b>Personale Kompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommunikationsfähigkeit (MO3, MO4)</li> <li>• Strategien zur Lösung von Problemen im Bereich der stochastischen Modellierung</li> <li>• Fähigkeit zur Präsentation einfacher wissenschaftlicher Sachverhalte (MO2, MO3)</li> <li>• Fähigkeit zum Computersatz von mathematischen Texten (<math>\text{\LaTeX}</math>)</li> </ul>
<b>Medienformen</b>	Tafelanschriebe, Präsentationen mit Beamer
<b>Begleitende Literatur</b>	Wechselnd
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Vorträge der teilnehmenden Studierenden
<b>Art der Prüfungsleistung</b>	Vortrag und schriftliche Ausarbeitung
<b>Prüfungsvorleistung</b>	-

<b>Prüfungsdauer</b>	-
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Angebotsturnus</b>	Unregelmäßig
<b>Lehrende/r</b>	Prof. Dr. David Prömel
<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. David Prömel
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Weiterführende Module</b>	-
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik, Lehramt Mathematik
<b>Einordnung in Fachsemester</b>	Ab dem 1. Fachsemester

## MAS 541: Fortgeschrittenenseminar Mathematische Methoden der Künstlichen Intelligenz

<b>Modulnummer</b>	MAS 541
<b>Titel</b>	Fortgeschrittenenseminar Mathematische Methoden der Künstlichen Intelligenz / <i>Advanced Seminar on Mathematical Methods in Artificial Intelligence</i>
<b>Form der Veranstaltung</b>	Seminar
<b>Typ der Veranstaltung</b>	Vertiefung
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>ECTS</b>	4
<b>Arbeitsaufwand</b>	<p><b>Präsenzstudium:</b> 28 h pro Semester (2 SWS)</p> <p><b>Eigenstudium:</b> 92 h pro Semester, davon</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 62 h: Vorbereitung des Vortrags</li> <li>• 30 h: Schriftliche Ausarbeitung des Vortrags</li> </ul>
<b>Vorausgesetzte Kenntnisse</b>	Stochastik 1 & 2
<b>Lehrinhalte</b>	<p>Ausgewählte Themen zur mathematischen Theorie in künstlicher Intelligenz, wie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reinforcement Learning</li> <li>• Stochastic optimization</li> <li>• Neural networks</li> <li>• Preferential attachment networks</li> <li>• Stochastic block model</li> <li>• Graphical models</li> </ul>
<b>Lern- und Kompetenzziele</b>	<p><b>Fachkompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Aspekte von Lernalgorithmen</li> <li>• Stochastische Entscheidungstheorie</li> <li>• Modellierung mit Modellen der mathematischen Physik</li> <li>• Analyse von Schätzalgorithmen</li> </ul> <p><b>Methodenkompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erkennen, welches Netzwerkmodell zu welchen Anwendungen passt</li> <li>• Abschätzungen von Schätzfehlern</li> <li>• Konkrete, einfache Modellbildung</li> </ul> <p><b>Personale Kompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommunikationsfähigkeit (MO3, MO4)</li> <li>• Strategien zur Lösung von Problemen im Bereich der mathematischen Modellierung</li> <li>• Fähigkeit zur Präsentation einfacher wissenschaftlicher Sachverhalte (MO1)</li> <li>• Fähigkeit zum Computersatz von mathematischen Texten (<math>\text{\LaTeX}</math>)</li> </ul>
<b>Medienformen</b>	Tafelanschriften, Präsentationen mit Beamer, schriftliche Ausarbeitungen
<b>Begleitende Literatur</b>	Mézard, Montanari: <i>Information, Physics, and Computation</i>

<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Vorträge der teilnehmenden Studierenden
<b>Art der Prüfungsleistung</b>	Vortrag und schriftliche Ausarbeitung
<b>Prüfungsvorleistung</b>	-
<b>Prüfungsdauer</b>	-
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Angebotsturnus</b>	Unregelmäßig
<b>Lehrende/r</b>	Prof. Dr. Leif Döring
<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Leif Döring
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Weiterführende Module</b>	-
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, Lehramt Mathematik, M.Sc. Mathematik
<b>Einordnung in Fachsemester</b>	Ab dem 1. Fachsemester

## MAS 548: Research Seminar Algebraic Geometry

<b>Modulnummer</b>	MAS 548
<b>Titel</b>	Research Seminar Algebraic Geometry
<b>Form der Veranstaltung</b>	Seminar
<b>Typ der Veranstaltung</b>	Seminar Mathematics
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>ECTS</b>	4
<b>Arbeitsaufwand</b>	<p><b>Presence at the seminar:</b> 28 h per semester (2 SWS)</p> <p><b>Work at home:</b> 92 h per semester, of which</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 62 h: Preparation of the talk</li> <li>• 30 h: Written version of the talk</li> </ul>
<b>Vorausgesetzte Kenntnisse</b>	Knowledge in algebraic geometry
<b>Lehrinhalte</b>	Talks on current research subjects in algebraic geometry
<b>Lern- und Kompetenzziele</b>	<p><b>Professional competence:</b> (MK1, MF3, MO2)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Learning about current research subjects and results in algebraic geometry</li> </ul> <p><b>Competence in methods:</b> (MF1, MF3, MO3)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Working independently with literature</li> <li>• Reading and understanding mathematical texts</li> <li>• Doing successful research</li> </ul> <p><b>Personal competence:</b> (MO1, MO4)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ordering the material well and putting up a scientific talk and presenting it</li> </ul>
<b>Medienformen</b>	Blackboard as well as beamer
<b>Begleitende Literatur</b>	Relevant books and research papers
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Seminar talks of the participants
<b>Art der Prüfungsleistung</b>	Seminar talk
<b>Prüfungsvorleistung</b>	-
<b>Prüfungsduauer</b>	-
<b>Sprache</b>	English
<b>Angebotsturnus</b>	Regular
<b>Lehrende/r</b>	Prof. Dr. Claus Hertling, PD Dr. Thomas Reichelt
<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Claus Hertling, PD Dr. Thomas Reichelt
<b>Dauer des Moduls</b>	1 semester

<b>Weiterführende Module</b>	-
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Mathematics in Business and Economics, M.Sc. Mathematics, Doctoral students
<b>Einordnung in Fachsemester</b>	3./4. semester

## MAS 553: Seminar Lie Algebren

<b>Modulnummer</b>	MAS 553
<b>Titel</b>	Seminar Lie Algebren / <i>Seminar Lie Algebras</i>
<b>Form der Veranstaltung</b>	Seminar
<b>Typ der Veranstaltung</b>	Seminar Mathematik
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>ECTS</b>	4
<b>Arbeitsaufwand</b>	<p><b>Präsenzstudium:</b> 28 h pro Semester (2 SWS)</p> <p><b>Eigenstudium:</b> 92 h pro Semester, davon</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 62 h: Vorbereitung des Vortrags</li> <li>• 30 h: Schriftlich Ausarbeitung des Vortrags</li> </ul>
<b>Vorausgesetzte Kenntnisse</b>	Grundvorlesungen, Algebra
<b>Lehrinhalte</b>	Darstellungen von Lie-Algebren, Nilpotente und auflösbare Lie-Algebren, Satz von Lie, Cartan-Kriterium, Satz von Weyl, Wurzelraumzerlegung
<b>Lern- und Kompetenzziele</b>	<p><b>Fachkompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verfügen über vertiefte Fachkenntnisse auf dem Gebiet des Seminars (MK1, MK2)</li> </ul> <p><b>Methodenkompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenständig mit mathematischer Literatur umgehen, Texte lesen und verdauen, Material auswählen und in eigener Weise wiedergeben (BF6, BO4)</li> </ul> <p><b>Personale Kompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommunikationsfähigkeit (BF5, BO1, BO4)</li> <li>• Fähigkeit zur Präsentation wissenschaftlicher Sachverhalte (BF5, BO1)</li> <li>• Fähigkeit zum Computersatz von mathematischen Texten (<i>LATEX</i>)</li> </ul>
<b>Medienformen</b>	Tafelanschrieb, Präsentationen mit Beamer, schriftliche Ausarbeitungen
<b>Begleitende Literatur</b>	James E. Humphreys - <i>Introduction to Lie algebras and representation theory</i>
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Seminarvorträge der teilnehmenden Studierenden
<b>Art der Prüfungsleistung</b>	Vortrag und schriftliche Ausarbeitung
<b>Prüfungsvorleistung</b>	-
<b>Prüfungsduer</b>	-
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Angebotsturnus</b>	Unregelmäßig

<b>Lehrende/r</b>	Dr. Thomas Reichelt
<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dr. Thomas Reichelt
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Weiterführende Module</b>	-
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik
<b>Einordnung in Fachsemester</b>	1./3. Fachsemester

## MAS 554: Fortgeschrittenenseminar Lebensversicherungsmathematik

<b>Modulnummer</b>	MAS 554
<b>Titel</b>	Fortgeschrittenenseminar Lebensversicherungsmathematik / <i>Advanced Seminar on Life Insurance Mathematics</i>
<b>Form der Veranstaltung</b>	Seminar
<b>Typ der Veranstaltung</b>	Vertiefung
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>ECTS</b>	4
<b>Arbeitsaufwand</b>	<p><b>Präsenzstudium:</b> 28 h pro Semester (2 SWS)</p> <p><b>Eigenstudium:</b> 92 h pro Semester, davon</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 62 h: Vorbereitung des Vortrags</li> <li>• 30 h: Schriftliche Ausarbeitung des Vortrags</li> </ul>
<b>Vorausgesetzte Kenntnisse</b>	Stochastik 1 und Grundwissen in der Finanzmathematik/Versicherungsmathematik
<b>Lehrinhalte</b>	Ausgewählte Themen der Lebensversicherungsmathematik
<b>Lern- und Kompetenzziele</b>	<p><b>Fachkompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Aspekte der stochastischen Modellierung wirtschafts- und versicherungsmathematische Fragestellungen (MK1, MK2)</li> <li>• Mathematische Analyse einfacher wirtschafts- und versicherungsmathematische Modelle (MK1, MF2)</li> </ul> <p><b>Methodenkompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erkennen, welche stochastischen Modelle für eine einfache wirtschafts- und versicherungsmathematische Fragestellung eingesetzt werden können (MF2, MO1)</li> <li>• Erkennen der Grenzen solcher Modelle hinsichtlich ihrer mathematischen Analysierbarkeit</li> <li>• Erkennen der Grenzen des Einsatzes solcher Modelle in der Praxis</li> </ul> <p><b>Personale Kompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommunikationsfähigkeit (MO3, MO4)</li> <li>• Strategien zur Lösung von Problemen im Bereich der stochastischen Modellierung</li> <li>• Fähigkeit zur Präsentation einfacher wissenschaftlicher Sachverhalte (MO2, MO3)</li> <li>• Fähigkeit zum Computersatz von mathematischen Texten (<math>\text{\LaTeX}</math>)</li> </ul>
<b>Medienformen</b>	Tafelanschriebe, Präsentationen mit Beamer
<b>Begleitende Literatur</b>	Wechselnd
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Vorträge der teilnehmenden Studierenden
<b>Art der Prüfungsleistung</b>	Vortrag und schriftliche Ausarbeitung
<b>Prüfungsvorleistung</b>	-

<b>Prüfungsdauer</b>	-
<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Angebotsturnus</b>	Unregelmäßig
<b>Lehrende/r</b>	Prof. Dr. David Prömel
<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. David Prömel
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Weiterführende Module</b>	-
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik
<b>Einordnung in Fachsemester</b>	Ab dem 1. Fachsemester

## MAS 555: Seminar zu Definitheit

<b>Modulnummer</b>	MAS 555
<b>Titel</b>	Seminar zu Definitheit / <i>Seminar on Definiteness</i>
<b>Form der Veranstaltung</b>	Seminar
<b>Typ der Veranstaltung</b>	Seminar Mathematik
<b>Modulniveau</b>	Bachelor
<b>ECTS</b>	4
<b>Arbeitsaufwand</b>	<p><b>Präsenzstudium:</b> 28 h pro Semester (2 SWS)</p> <p><b>Eigenstudium:</b> 92 h pro Semester, davon</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 36 h: Einarbeitung in das Thema</li> <li>• 36 h: Inhaltliche Vorbereitung des Vortrags</li> <li>• 20 h: Ausarbeitung einer Präsentation mittels LATEX und Tafelanschrieb</li> </ul>
<b>Vorausgesetzte Kenntnisse</b>	Quantum Computing oder Harmonic Analysis on Semigroups
<b>Lehrinhalte</b>	Aspekte der Definitheit
<b>Lern- und Kompetenzziele</b>	<p><b>Fachkompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erweiterung der Kenntnis über und Anwendung des Konzepts "Definitheit" (BK1)</li> </ul> <p><b>Methodenkompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erkennen, wann Definitheit auftritt (BF1)</li> <li>• Erkennen der Grenzen des Konzepts "Definitheit" (BF1)</li> <li>• Erkennen der praktischen Bedeutung des Konzepts "Definitheit" (BF2, BF3)</li> </ul> <p><b>Personale Kompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kommunikationsfähigkeit (BO1)</li> <li>• Strategien zur Lösung von Problemen im Bereich "Definitheit" (BO3)</li> <li>• Fähigkeit zur verständlichen Präsentation wissenschaftlicher Sachverhalte (BO4)</li> <li>• Fähigkeit zum Computersatz zur Erstellung mathematischer Texte (LATEX)</li> </ul>
<b>Medienformen</b>	Präsentation mit Beamer
<b>Begleitende Literatur</b>	Gemäß den jeweiligen Themen
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Seminarvorträge der teilnehmenden Studierenden
<b>Art der Prüfungsleistung</b>	Vortrag und Folien der Präsentation
<b>Prüfungsvorleistung</b>	Inhaltliche Vorbereitung zu und Wahrnehmung eines Beratungsgesprächs mindestens 3 Tage vor dem Vortrag
<b>Prüfungsduer</b>	-

<b>Sprache</b>	Deutsch
<b>Angebotsturnus</b>	Voraussichtlich 2-jährlich ab FSS 26
<b>Lehrende/r</b>	Prof. Dr. Martin Schlather
<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Dr. Martin Schlather
<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Weiterführende Module</b>	-
<b>Verwendbarkeit</b>	B.Sc. Wirtschaftsmathematik, Lehramt Mathematik
<b>Einordnung in Fachsemester</b>	6. Fachsemester

## MAS 556: Variationsrechnung

<b>Modulnummer</b>	MAS 556
<b>Titel</b>	Variationsrechnung / <i>Calculus of Variations</i>
<b>Form der Veranstaltung</b>	Seminar
<b>Typ der Veranstaltung</b>	Seminar Mathematik
<b>Modulniveau</b>	Bachelor + Master
<b>ECTS</b>	4
<b>Arbeitsaufwand</b>	<p><b>Präsenzstudium:</b> 28 h pro Semester (2 SWS)</p> <p><b>Eigenstudium:</b> 55 h pro Semester, davon</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 35 h: Vorbereitung des Vortrags</li> <li>• 20 h: schriftliche Ausarbeitung des Vortrags</li> </ul>
<b>Vorausgesetzte Kenntnisse</b>	Analysis I & II
<b>Lehrinhalte</b>	Ausgewählte Themen der Variationsrechnung
<b>Lern- und Kompetenzziele</b>	<p><b>Fachkompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenständiges Erschließen von Fachliteratur in der Variationsrechnung (MK1, MK2, MF1)</li> </ul> <p><b>Methodenkompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fähigkeit, in einem Spezialgebiet einschlägige Fachliteratur lesen und präsentieren zu können (MF1, MO1, MO3)</li> </ul> <p><b>Personale Kompetenz:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Halten eines Fachvortrags (MO1, MO3)</li> <li>• Aufbereitung von Fachwissen für ein fachlich interessiertes Publikum (MO4)</li> </ul>
<b>Medienformen</b>	Tafelanschrieb, Präsentationen mit Beamer
<b>Begleitende Literatur</b>	Ausgewählte Kapitel eines Fachbuches oder anderer Fachliteratur, wie Skripten oder Fachzeitschriften
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Vorbereitung und Abhalten eines Seminarvortrags mit entsprechender schriftlicher Ausarbeitung
<b>Art der Prüfungsleistung</b>	Vorbereitung und Abhalten eines Seminarvortrags mit entsprechender schriftlicher Ausarbeitung
<b>Prüfungsvorleistung</b>	-
<b>Prüfungsduauer</b>	-
<b>Sprache</b>	Deutsch/Englisch
<b>Angebotsturnus</b>	Unregelmäßig
<b>Lehrende/r</b>	Prof. Simone Rademacher
<b>Modulverantwortliche/r</b>	Prof. Simone Rademacher

<b>Dauer des Moduls</b>	1 Semester
<b>Weiterführende Module</b>	-
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik
<b>Einordnung in Fachsemester</b>	Ab dem 1. Fachsemester (Master), Ab dem 4. Fachsemesters (Bachelors)

# Masterarbeit

## MAM 650: Masterarbeit

<b>Modulnummer</b>	MAM 650
<b>Titel</b>	Masterarbeit / <i>Master Thesis</i>
<b>Form der Veranstaltung</b>	Abschlussarbeit
<b>Typ der Veranstaltung</b>	Abschlussarbeit
<b>Modulniveau</b>	Master
<b>ECTS</b>	30
<b>Vorausgesetzte Kenntnisse</b>	Lehrveranstaltungen des Masterstudiengangs Wirtschaftsmathematik im Umfang von mindestens 60 ECTS
<b>Lehrinhalte</b>	Die Studierenden bearbeiten selbstständig ein Thema aus einem Spezialgebiet der Mathematik, der Wirtschaftsmathematik, der Ökonometrie/Statistik oder der Kryptographie/Komplexitätstheorie
<b>Lern- und Kompetenzziele</b>	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)
<b>Begleitende Literatur</b>	Variiert je nach Thema der Masterarbeit
<b>Lehr- und Lernmethoden</b>	Selbstständige schriftliche Bearbeitung eines Themas
<b>Art der Prüfungsleistung</b>	Schriftliche Abschlussarbeit, 30-100 Seiten
<b>Prüfungsdauer</b>	6 Monate
<b>Sprache</b>	Deutsch/Englisch
<b>Angebotsturnus</b>	FSS, HWS
<b>Lehrende/r</b>	Dozenten der Fakultät
<b>Modulverantwortliche/r</b>	Dozenten der Fakultät
<b>Dauer des Moduls</b>	6 Monate
<b>Weiterführende Module</b>	-
<b>Verwendbarkeit</b>	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik
<b>Einordnung in Fachsemester</b>	4. Fachsemester