Master of Science (M.Sc.)

„Wirtschaftsmathematik und Mathematik“

der Universität Mannheim

– Modulkatalog –

Appendix

Akademisches Jahr

HWS 2023 / FSS 2024

Die folgenden Veranstaltungen wurden nach Veröffentlichung des Modulkatalogs dem Kursprogramm hinzugefügt.

Modulnr	Name des Moduls	Semester	Sprache	ECTS	Seite
MAC 569	Konvexe Optimierung – Theoretische und Algorithmische Grundlagen		Deutsch/ Englisch	6	3
MAC 570	Reinforcement Learning - Coding		Englisch	5	5
MAC 571	Large-scale dynamics of stochastic systems		Englisch	5	7
MAC 507	Nichtlineare Optimierung		Deutsch	6	9
MAC 528	Inverse Probleme		Deutsch	6	11
MAS 515	Seminar Mathematische Optimierung		Deutsch	4	13
MAB 519	Reinforcement Learning		Englisch	ab FSS 24 10	14
MAC 572	Algorithmic trading and stochastic control		Englisch	6	16
MAC 573	Reading Kurs Graphentheorie		Deutsch	4	18

MAC 569	**Konvexe Optimierung – Theoretische und Algorithmische Grundlagen** *Convex Optimization – Theory and Algorithms*
Form der Veranstaltung	Vorlesung mit Übung
Typ der Veranstaltung	Mathematik C, Wahlmodul Mathematik
Modulniveau	Master
ECTS	6
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 4 h pro Semester (4 SWS)
	Eigenstudium: 20 h pro Semester • davon Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung und freies Selbststudium: 10 h pro Semester • davon Vorbereitung für die Prüfung: 10 h pro Semester
Vorausgesetzte Kenntnisse	Lineare Algebra I und IIA, Analysis I+II
Lehrinhalte	• Introduction to Convex Analysis and Monotone Operators • Tools for Large-Scale Convex Optimization • Fast Methods for Machine learning and Distributed Optimization
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: • Convex Analysis • Numerical Algorithms • Complexity Theory
	Methodenkompetenz: • Gradient Methods • Operator Splitting Techniques • Acceleration of Numerical Schemes
	Personale Kompetenz: • Willingness for self-study • Creativity for problem solving
Medienformen	Präsentationen mit Tafelanschrieb
Begleitende Literatur	• Boyd, S., & Vandenberghe, L. (2004). Convex Optimization. Cambridge University Press. • Yurii Nesterov. Lectures on Convex Optimization. Springer 2018… • Ernest Ryu & Wotao Yin (2023). Large-Scale Convex Optimization: Algorithms & Analyses via Monotone Operators. Cambridge University Press
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung (4 SWS)
Art der Prüfungsleistung	schriftliche Klausur/bei geringer Studentenzahl auf mündliche Prüfung möglich
Prüfungsvorleistung	Handing-in of problem sets and passing at least 50% of them
Prüfungsdauer	90 Minuten

Sprache	Deutsch/Englisch
Angebotsturnus	Irregular
Lehrende/r	Prof. Mathias Staudigl
Modulverantwortlicher	Prof. Mathias Staudigl
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	-
Verwendbarkeit	Bspw.: M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, Lehramt Mathematik, M.Sc. Wirtschaftspädagogik
Einordnung in Fachsemester	1./2./3. Fachsemester

MAC 570	Reinforcement Learning - Coding
Form of module	Lectures with exercises
Type of module	Mathematics C
Level	Master
ECTS	5
Workload	28 hours lectures 122 hours self-studies
Prerequisites	Reinforcement Learning
Aim of module	Implementation of standard algorithms in reinforcement learning • Bandit algorithms (UCB) • TD algorithms (Q-learning, TD) • Policy gradient algorithms (SAC, PPO)
Learning outcomes and qualification goals	MK1, M02, M03
	MF1, MF3
	(cf, “Erläuterungen zu den Abkürzungen”)
Media	Blackboard, Slides
Literature	Original articles
Methods	Lectures, programmig tasks
Form of assessment	written exam
Admission requirements for assessment	-
Duration of assessment	90 min
Language	English
Offering	irregular
Lecturer	Prof. Dr. Leif Döring, Prof. Dr. Simon Weißmann
Person in charge	Prof. Dr. Leif Döring, Prof. Dr. Simon Weißmann
Duration of module	1 semester

Further modules	-
Range of application	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mannheim Master in Data Science, M.Sc. Wirtschaftsinformatik
Semester	1st, 2nd, 3rd

,

MAC 571	**Large-scale dynamics of stochastic systems** *Large-scale dynamics*
Form of module	Lecture
Type of module	Mathematics C
Level	Master
ECTS	5
Workload	Self-Study: 154 hours per semester
Prerequisites	Stochastik 1, Markovketten, desirable: Mathematical Finance or Probability Theory 1
Aim of module	• Markov chains and boundary value problems • Elements of discrete potential theory (harmonic functions, capacity, variational characterization) • Functional inequalities (Poincare, Nash, Sobolev, Log-Sobolev) • Stochastic particle and spin systems • Potential theoretic approach to metastability • Martingale problems and convergence • Hydrodynamic limit •
Learning outcomes and qualification goals	Professional skills: gaining a mathematical understanding of the fundamental results in discrete potential theory and advanced theory of Markov chains (MK1, MF3)
	Methodological competence: proper handling of the standard methods in the theory of Markov chains (MK1, MF3)
	Interpersonal skills: teamwork
Media	Videos and discussions/presentations on the blackboard
Literature	• Bovier, den Hollander “Metastability” • Landim, “Metastable Markov chains” • Lyons, “Random walks on trees and networks”
Methods	Lectures (2 SWS), homework problems
Form of assessment	Oral exam
Admission requirements for assessment	--

Duration of assessment	30 min
Language	English
Offering	irregular
Lecturer	Prof. Dr. Martin Slowik
Person in charge	Prof. Dr. Martin Slowik
Duration of module	1 semester
Further modules	--
Range of application	M.Sc Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik, (B.Sc Wirtschaftsmathematik)
Semester	M.Sc. 1st, 2nd, 3rd; (B.Sc. 5th, 6th)

MAC 507	**Nonlinear Optimization** *Nichtlineare Optimierung*
Form der Veranstaltung	Vorlesung mit Übung
Typ der Veranstaltung	Mathematik C
Modulniveau	Master
ECTS	6
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 56 h pro Semester (4 SWS)
	Eigenstudium: 126 h pro Semester • davon Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung und freies Selbststudium: 112 h pro Semester • davon Vorbereitung für die Prüfung, z.B. Prüfungs-/Seminarabschlussarbeits- und Präsentationsvorbereitung: 14 h pro Semester
Vorausgesetzte Kenntnisse	Numerik, Optimierung
Lehrinhalte	• Optimalitätsbedingungen für unrestringierte und restringierte Optimierungsprobleme • Numerisches Verfahren für nicht-lineare Optimierungsprobleme.
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: • Kennenlernen und verstehen verschiedener Methoden und Algorithmen (MK1, MK2) • Implementierungen verschiedener Verfahren (MK1, MK2, MO2, MO4) • Interpretation numerischer Ergebnisse (MK1, MK2)
	Methodenkompetenz: • Mathematische Modellierung eines Problems (MF1, MF2) • Konkrete Problemlösungsstrategien und deren Interpretation (MF1, MF2)
	Personale Kompetenz: • Teamarbeit (MO2, MO3)
Medienformen	Tafelanschrieb
Begleitende Literatur	• Eigenes Skript (online) • Amir Beck: Introduction to Nonlinear Optimization – Theory, Algorithms, and Applications with MATLAB • Jorge Nocedal and Stephen J. Wright: Numerical Optimization
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS),
Art der Prüfungsleistung	Mündliche Prüfung
Prüfungsvorleistung	Bearbeitung von Übungsblättern und mindestens 50% der Übungsaufgaben bestanden.
Prüfungsdauer	30 Minuten (mündliche Prüfung)
Sprache	Englisch

Angebotsturnus	regelmäßig
Lehrende/r	Prof. Mathias Staudigl, Phd
Modulverantwortlicher	Prof. Mathias Staudigl, Phd
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	-
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, Lehramt Mathematik, Master in Data Science,
Einordnung in Fachsemester	1./2./3. Fachsemester

MAC 528	**Inverse Probleme** *Inverse Problems*
Form der Veranstaltung	Vorlesung mit Übung
Typ der Veranstaltung	Mathematik C
Modulniveau	Master
ECTS	6
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 56 h pro Semester (4 SWS)
	Eigenstudium: 126 h pro Semester • davon Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung und freies Selbststudium: 112 h pro Semester • davon Vorbereitung für die Prüfung, z.B. Prüfungs-/Seminarabschlussarbeits- und Präsentationsvorbereitung: 14 h pro Semester
Vorausgesetzte Kenntnisse	Optimierung, Numerik. Grundlegende Kenntnisse in Funktionalanalysis, Wahrscheinlichkeitstheorie und nichtlinearer Optimierung sind hilfreich.
Lehrinhalte	• Theorie und Regularisierung von schlecht gestellten inversen Problemen, numerische Verfahren zur Regularisierung • Statistische inverse Probleme • Bayessche inverse Probleme
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: • Kennenlernen und verstehen verschiedener Methoden und Algorithmen (MK1, MK2) • Implementierungen verschiedener Verfahren (MK1, MK2, MO2, MO4) • Interpretation numerischer Ergebnisse (MK1, MK2)
	Methodenkompetenz: • Mathematische Modellierung eines Problems (MF1, MF2) • Konkrete Problemlösungsstrategien und deren Interpretation (MF1, MF2)
	Personale Kompetenz: • Teamarbeit (MO2, MO3)
Medienformen	Tafelanschrieb, Beamerpräsentation
Begleitende Literatur	• H.W.Engl, M.Hanke, A.Neubauer, Regularization of Inverse Problems, Kluwer, 1996 /2000. • A. Kirsch: An introduction to the mathematical theory of inverse problems, Springer 2011 (2. Auflage). • A. Rieder: Keine Probleme mit Inversen Problemen, Vieweg 2003. • J. Kaipio and E. Somersalo, Statistical and Computational Inverse Problems, Springer 2005.
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS)

Art der Prüfungsleistung	Mündliche oder schriftliche Prüfung
Prüfungsvorleistung	Bearbeitung von Übungsblättern und mindestens 50% der Übungsaufgaben bestanden.
Prüfungsdauer	90 Minuten (schriftliche Prüfung) 30 Minuten (mündliche Prüfung)
Sprache	Deutsch, auf Wunsch Englisch
Angebotsturnus	Unregelmäßig
Lehrende/r	Prof. Dr. Simon Weißmann
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Simon Weißmann
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	-
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik, Lehramt Mathematik
Einordnung in Fachsemester	1./2./3. Fachsemester

MAS 515	**Seminar Mathematische Optimierung**
Form der Veranstaltung	Seminar
Typ der Veranstaltung	Vertiefung
Modulniveau	Master
ECTS	4
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 28 h pro Semester (2 SWS)
	Eigenstudium: • Vorbereitung des Vortrags: 35 h • Schriftliche Ausarbeitung des Vortrags: 20 h
Vorausgesetzte Kenntnisse	Numerik, Optimierung
Lehrinhalte	Ausgewählte Themen der Optimierung
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: Vertiefte Kenntnisse in einem Spezialgebiet der Numerik / Optimierung (MK1, MK2, MF2)
	Methodenkompetenz: Fähigkeit, in einem Spezialgebiet einschlägige Fachliteratur lesen und präsentieren zu können (MF1, MO1, MO3, MO4)
	Personale Kompetenz: Kommunikationsfähigkeit (MO3, MO4)
Medienformen	Tafelanschriebe, Präsentationen mit Beamer
Begleitende Literatur	Ausgewählte Buchkapitel, Zeitschriftenartikel der Numerik / Optimierung / Stochastischen Optimierung
Lehr- und Lernmethoden	Vorträge der teilnehmenden Studierenden
Art der Prüfungsleistung	Vortrag und schriftliche Ausarbeitung
Prüfungsvorleistung	-
Prüfungsdauer	-
Sprache	Deutsch, auf Wunsch Englisch
Lehrende/r	Prof. Dr. Mathias Staudigl, Prof. Dr. Simon Weißmann
Modulverantwortlicher	Prof. Dr. Mathias Staudigl, Prof. Dr. Simon Weißmann
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	

MAB 519	**Reinforcement Learning**
Form of module	Lecture with exercise classes
Type of module	Mathematics B
Level	Master
ECTS	9 ab FSS 24 10 ECTS
Workload	Lectures: 56h Exercise classes: 28h Self-study: 156h
Prerequisites	Stochastik I, Markovketten
Aim of module	• Foundations of Markov Decision Processes • Policy- and Value-Iteration Methods • Temporal Difference Learning • Policy-Gradient Methods • Implementation in Python
Learning outcomes and qualification goals	MK1, M02, M03
	MF1, MF3
	(cf, “Erläuterungen zu den Abkürzungen”)
Media	Blackboard, Slides
Literature	• Lectures Notes • Sutton, Barto: Reinforcement Learning - An Introduction • Putterman: Markov Decision Processes
Methods	Lectures, theoretical and programming exercises
Form of assessment	Oral exam
Admission requirements for assessment	Participation in the exercises
Duration of assessment	30 min
Language	English
Offering	Irregular
Lecturer	Prof. Dr. Leif Döring

Person in charge	Prof. Dr. Leif Döring
Duration of module	1 semester
Further modules	--
Range of application	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mannheim Master in Data Science, M.Sc. Wirtschaftsinformatik
Semester	1st, 2nd, 3rd

MAC 572	**Algorithmic trading and stochastic control** ***Algorithmic trading and stochastic control***
Form of module	Lecture with exercise classes
Type of module	Mathematik C
Level	Master
ECTS	6
Workload	Classroom instruction: 42 hours per semester Self-study: 138 hours per semester
Prerequisites	Stochastik 1, Stochastic Calculus; Advanced Topics in Mathematical Finance is recommended
Aim of module	• Stochastic Optimal Control • Optimal stopping • Optimal Execution with Continuous Trading • Market Making • Pairs Trading and Statistical Arbitrage Strategies
Learning outcomes and qualification goals	Professional skills: gaining a mathematical understanding of fundamental results in stochastic control and algorithmic trading (MK1, MK2, MF1, MF2, MF3, MO3, MO4)
	Methodological competence: proper handling of the standard methods in in stochastic control and algorithmic trading (MK1, MF1, MO2)
	Interpersonal skills: team work (MO2, MO3)
Media	Presentation on the blackboard
Literature	• Lecture notes • Cartea, Álvaro, Sebastian Jaimungal, and José Penalva. Algorithmic and high-frequency trading. Cambridge University Press, 2015. • Pham, Huyên. Continuous-time stochastic control and optimization with financial applications. Vol. 61. Springer Science & Business Media, 2009.
Methods	Lectures, tutorials, problem sheets, question hours
Form of assessment	Oral exam
Admission requirements for assessment	Successful participation in the exercise classes
Duration of assessment	30 min

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

MAC 573	**Reading Kurs Graphentheorie** *Reading Course Graph Theory*
Form der Veranstaltung	Vorlesung
Typ der Veranstaltung	Wahlpflichtveranstaltung Mathematik C
Modulniveau	Bachelor/Master
ECTS	4
Arbeitsaufwand	Präsenzstudium: 28 h pro Semester (2 SWS)
	Eigenstudium: 92 h pro Semester • davon Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung und freies Selbststudium: 71 h pro Semester • davon Vorbereitung auf die Prüfung: 21 h pro Semester
Vorausgesetzte Kenntnisse	Lineare Algebra I und IIA
Lehrinhalte	Grundlagen der Graphentheorie. Bäume, Färbungen der Ecken oder Kanten, Hamilton-Zykel, Zerlegungen, Algorithmen, Planare Graphen
Lern- und Kompetenzziele	Fachkompetenz: • Probleme in der Graphentheorie einordnen und lösen • Algorithmen verstehen und ausführen • Beweise nachvollziehen und selber führen
	Methodenkompetenz: Eigenständig mit mathematischer Literatur umgehen, Texte lesen und verdauen, Material auswählen und in eigener Weise wiedergeben (MF1, MO4)
	Personale Kompetenz: • Lesen und Verstehen mathematischer Texte (MF1) • Darstellung mathematischer Argumentation (MO1, MO2, MO3) • Fähigkeit zur Präsentation einfacher wissenschaftlicher Sachverhalte (MO2, MO3)
Medienformen	Präsentationen mit Tafelanschrieb, Beamer und Folien
Begleitende Literatur	N. Hartsfield, G. Ringel: Pearls in Graph Theory. A Comprehensive Introduction. Academic Press, Inc., 1990.
Lehr- und Lernmethoden	Vorlesung (2 SWS)
Art der Prüfungsleistung	Mündliche Prüfung
Prüfungsvorleistung	-
Prüfungsdauer	30 Minuten
Sprache	Deutsch
Angebotsturnus	Unregelmäßig

Lehrende/r	Prof. Dr. Claus Hertling
Modulverantwortliche	Prof. Dr. Claus Hertling
Dauer des Moduls	1 Semester
Weiterführende Module	-
Verwendbarkeit	M.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Lehramt Mathematik, M.Sc. Mathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik
Einordnung in Fachsemester	2. oder 4. Semester (M.Sc.) bzw 4. oder 6. Semester (B.Sc.)