

Master of Science (M.Sc.)

„Wirtschaftsmathematik und Mathematik“

der Universität Mannheim

– Modulkatalog –

Appendix

Akademisches Jahr

HWS 2022 / FSS 2023

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

| Modulnr | Name des Moduls | Semester | Sprache | ECTS | Seite |
|----------|---|--------------|----------|------|-------|
| MAC 564 | Support Vector Machines | FSS | Deutsch | 8 | 3 |
| MAB 518* | Quantum Computing und dessen mathematische Grundlagen | HWS | Deutsch | 8 | 5 |
| MAC 565 | Computational Statistics | FSS | Deutsch | 8 | 7 |
| MAS 549 | Seminar Fortgeschrittene Algorithmen der Textverarbeitung und der Bioinformatik | Unregelmäßig | Deutsch | 4 | 9 |
| MAS 550 | Seminar Fortgeschrittene Methoden in den Versicherungs- und Naturwissenschaften | Unregelmäßig | Deutsch | 4 | 11 |
| MAS 551 | Seminar über fortgeschrittene Methoden der mathematischen Statistik | Unregelmäßig | Deutsch | 4 | 13 |
| MAS 552 | Seminar Optimierung | Unregelmäßig | Deutsch | 4 | 15 |
| MAB 519 | Reinforcement Learning | Unregelmäßig | Englisch | 8 | 17 |
| MAC 566 | Optimization in ML | Unregelmäßig | Englisch | 6 | 19 |
| MAA 501 | Reading Course-Complex Analysis II | Unregelmäßig | Englisch | 8 | 21 |
| MAA 523 | Integrable hierarchies of KdV type and moduli spaces of curves | Unregelmäßig | Englisch | 8 | 23 |

*überdeckt die Vorlesung "Mathematik der Information"

| | |
|---------------------------|--|
| MAC 564 | Support Vector Machines <i>Support Vector Machines</i> |
| Form der Veranstaltung | Vorlesung mit Übung und Praktikum |
| Typ der Veranstaltung | Mathematik C |
| Modulniveau | Master |
| ECTS | 8 |
| Arbeitsaufwand | Präsenzstudium: 84 h pro Semester (6 SWS) |
| | Eigenstudium: 154 h pro Semester <ul style="list-style-type: none"> davon Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung und freies Selbststudium: 126 h pro Semester davon Vorbereitung für die Prüfung, z.B. Prüfungs-/Seminarabschlussarbeits- und Präsentationsvorbereitung: 28 h pro Semester |
| Vorausgesetzte Kenntnisse | Kenntnisse über Hilberträume |
| Lehrinhalte | Support Vector Machines und deren mathematische Grundlagen |
| Lern- und Kompetenzziele | Fachkompetenz: Vertiefte und erweiterte Kenntnisse der mathematischen Methoden des <i>Supervised Learnings</i> |
| | Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> Auswahl, Anpassung und Vorhersage bei SVM (MK1, MK2) |
| | Personale Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> Erweiterte Kompetenz, bei einer vorgegebenen Datensituation geeignete Verfahren auszuwählen (MF2, MF3, MO4) |
| Medienformen | Präsentationen mit Beamer, Tafelanschiebe |
| Begleitende Literatur | <ul style="list-style-type: none"> I. Steinwart, A. Christmann. Support Vector Machines. Springer 2008 T. Hastie, R. Tibshirani, J. Friedman. The Elements of Statistical Learning. Springer 2009 |
| Lehr- und Lernmethoden | Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS), Praktikum (2 SWS) |
| Art der Prüfungsleistung | mündliche Prüfung inklusive Präsentation und Verteidigung der Projektarbeit |
| Prüfungsvorleistung | 50% der Punkte bei schriftlichen Lösungen und 50% gründliche Bearbeitung beim Votiersystem, sowie zweimaliges Vorrechnen in Übungsgruppen |
| Prüfungsdauer | 30 Minuten, davon 5 min Präsentation und 5 min Verteidigung der Projektarbeit |
| Sprache | Deutsch |
| Angebotsturnus | voraussichtlich FSS 2024, FSS 2027, FSS 2030, FSS 2033 |

| | |
|----------------------------|---|
| Lehrende/r | Prof. Dr. Martin Schlather |
| Modulverantwortlicher | Prof. Dr. Martin Schlather |
| Dauer des Moduls | 1 Semester |
| Weiterführende Module | |
| Verwendbarkeit | M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Volkswirtschaftslehre, Lehramt Mathematik, M.Sc. Mathematik |
| Einordnung in Fachsemester | 2./4. Fachsemester |

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

| | |
|----------------------------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> • M.M. Wilde. Quantum Information Theory. Cambridge, 2017 |
| Lehr- und Lernmethoden | Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS), Praktikum (2 SWS) |
| Art der Prüfungsleistung | mündliche Prüfung inklusive Präsentation und Verteidigung der Projektarbeit |
| Prüfungsvorleistung | 50% der Punkte bei schriftlichen Lösungen und 50% gründliche Bearbeitung beim Votiersystem, sowie zweimaliges Vorrechnen in Übungsgruppen |
| Prüfungsdauer | 30 Minuten, davon 5 min Präsentation und 5 min Verteidigung der Projektarbeit |
| Sprache | Deutsch |
| Angebotsturnus | voraussichtlich HWS 2022, HWS 2025, HWS 2028, HWS 2031, HWS 2034 |
| Lehrende/r | Prof. Dr. Martin Schlather |
| Modulverantwortlicher | Prof. Dr. Martin Schlather |
| Dauer des Moduls | 1 Semester |
| Weiterführende Module | Seminar "Komplexe Methoden" |
| Verwendbarkeit | M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Volkswirtschaftslehre, Lehramt Mathematik, M.Sc. Mathematik |
| Einordnung in Fachsemester | 1./3. Fachsemester |

| MAC 565 | Computational Statistics <i>Computational Statistics</i> |
|---------------------------|--|
| Form der Veranstaltung | Vorlesung mit Übung und Praktikum |
| Typ der Veranstaltung | Mathematik C |
| Modulniveau | Master, für Bachelor geeignet |
| ECTS | 8 |
| Arbeitsaufwand | Präsenzstudium: 84 h pro Semester (6 SWS) |
| | Eigenstudium: 154 h pro Semester <ul style="list-style-type: none"> • davon Vor- und Nachbereitung der Veranstaltung und freies Selbststudium: 126 h pro Semester • davon Vorbereitung für die Prüfung: 28 h pro Semester |
| Vorausgesetzte Kenntnisse | <ul style="list-style-type: none"> • Stochastik 1 & 2 • eine Programmiersprache; C ist von Vorteil, aber nicht notwendig |
| Lehrinhalte | <ul style="list-style-type: none"> • Einstieg in die Problematik des schnellen Rechnens anhand der Matrixmultiplikation • Komplexitätstheorie • Markov Chain Monte Carlo (MCMC) • Bayessche Statistik • Bootstrapping • Stochastische Algorithmen • Kurzeinstieg in C • Paralleles Rechnen (OMP, SIMD, GPU) in C |
| Lern- und Kompetenzziele | Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen und Anwendung von MCMC • Kenntnis des Aufbaus einer CPU als Grundlage schneller Codes • Kenntnisse des parallelen Programmierens in C • Vertiefte Kenntnisse zu einer maschinennahen Compilersprache (MK2) |
| | Methodenkompetenz (MO4): <ul style="list-style-type: none"> • Erstellung von Funktionen in einer Programmiersprache im Bereich Computational Statistics • Umsetzen mathematischer und statistischer Fragestellungen in Programm-Code • Schreiben parallelen Codes: Multiprozessor (OMP), vektorisierter Code (SIMD), Graphikkartenprogrammierung (GPU) • Stochastische Algorithmen zur Lösung deterministischer Probleme |

| | |
|----------------------------|--|
| | <p>Personale Kompetenz:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erfassen des Programm-Codes als Lösungsmodell eines mathematisch-statistischen Problems (MO4) • Lösen komplexer Fragestellungen im Team • Abwägen der Vor- und Nachteile verschiedener Arten parallelen Codes • Abwägen der Vor- und Nachteile von MCMC • Abwägen der Vor- und Nachteile stochastischer Algorithmen • Reflektierte Verwendung des frequentistischen und Bayesschen Ansatzes |
| Medienformen | Präsentationen mit Beamer, Tafelanschiebe |
| Begleitende Literatur | G.H. Givens, J.A. Hoeting. Computational Statistics. Wiley B. Schmidt et al.: Parallel Programming: Concepts and Practice. Elsevier |
| Lehr- und Lernmethoden | Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS), Praktikum (2 SWS) |
| Art der Prüfungsleistung | mündliche Prüfung inklusive Präsentation und Verteidigung der Projektarbeit |
| Prüfungsvorleistung | 50% der Punkte bei schriftlichen Lösungen und 50% gründliche Bearbeitung beim Votiersytsem, sowie zweimaliges Vorrechnen in Übungsgruppen |
| Prüfungsdauer | 30 Minuten, davon 5 min Präsentation und 5 min Verteidigung der Projektarbeit |
| Sprache | Deutsch |
| Angebotsturnus | Voraussichtlich FSS 2023, FSS 2026, FSS 2029, FSS 2032, FSS 2035 |
| Lehrende/r | Prof. Dr. Martin Schlather |
| Modulverantwortlicher | Prof. Dr. Martin Schlather |
| Dauer des Moduls | 1 Semester |
| Weiterführende Module | <ul style="list-style-type: none"> • Seminar zu Computational Statistics • CS 610 GPU Programming |
| Verwendbarkeit | M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Volkswirtschaftslehre, Lehramt Mathematik, M.Sc. Mathematik |
| Einordnung in Fachsemester | 2./4. Fachsemester |

| | |
|---------------------------|---|
| MAS 549 | Seminar Fortgeschrittene Algorithmen der Textverarbeitung und der Bioinformatik <i>Seminar on Advanced Algorithms in Text Processing and Bioinformatics</i> |
| Form der Veranstaltung | Seminar |
| Typ der Veranstaltung | Vertiefung |
| Modulniveau | Master |
| ECTS | 4 |
| Arbeitsaufwand | Präsenzstudium: 28 h pro Semester (2 SWS) |
| | Eigenstudium: <ul style="list-style-type: none"> • Einarbeitung in das Thema: 36 h • inhaltliche Vorbereitung des Vortrags: 36 h • Ausarbeitung einer Präsentation mittels LaTeX und Tafelanschrieb: 20 h |
| Vorausgesetzte Kenntnisse | Stochastik 1 & 2 |
| Lehrinhalte | Ausgewählte Algorithmen der Textverarbeitung mit Anwendungen insbesondere in der Sequenzanalyse |
| Lern- und Kompetenzziele | Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Erweiterung der mathematischen Methodenkenntnisse zur Textverarbeitung (MK1, MK2) |
| | Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Erkennen, welche mathematischen Methoden zur Textverarbeitung eingesetzt werden können (MF1, MF2) • Erkennen der Grenzen von Methoden hinsichtlich ihrer mathematischen Analysierbarkeit (MF1, MF2) • Erkennen der Grenzen des Einsatzes jeglicher Textverarbeitungsverfahren bei großen Datensätzen (MO4) |
| | Personale Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Kommunikationsfähigkeit (MF2, MO1, MO4) • Strategien zur Lösung von Problemen im Bereich der Textverarbeitung (MO3) • Fähigkeit zur verständlichen Präsentation wissenschaftlicher Sachverhalte (MF2, MO1) • Fähigkeit zum Computereinsatz zur Erstellung mathematischer Texte (LaTeX) |
| Medienformen | Präsentation mit Beamer |

| | |
|----------------------------|--|
| Begleitende Literatur | H.-J. Böckenhauer & D. Bongartz: Algorithmische Grundlagen der Bioinformatik. Teubner. |
| Lehr- und Lernmethoden | Seminarvorträge der teilnehmenden Studierenden |
| Art der Prüfungsleistung | Vortrag und Folien der Präsentation |
| Prüfungsvorleistung | Inhaltliche Vorbereitung zu und Wahrnehmung eines Beratungsgesprächs mindestens 3 Tage vor dem Vortrag |
| Prüfungsdauer | - |
| Sprache | Deutsch |
| Lehrende/r | Prof. Dr. Martin Schlather |
| Modulverantwortlicher | Prof. Dr. Martin Schlather |
| Dauer des Moduls | 1 Semester |
| Weiterführende Module | - |
| Verwendbarkeit | M.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik |
| Einordnung in Fachsemester | 1./3. Fachsemester |

| | |
|---------------------------|--|
| MAS 550 | Seminar Fortgeschrittene Methoden in den Versicherungs- und Naturwissenschaften <i>Seminar on Advanced Methods in insurance and natural sciences</i> |
| Form der Veranstaltung | Seminar |
| Typ der Veranstaltung | Vertiefung |
| Modulniveau | Master |
| ECTS | 4 |
| Arbeitsaufwand | Präsenzstudium: 28 h pro Semester (2 SWS) |
| | Eigenstudium: <ul style="list-style-type: none"> • Einarbeitung in das Thema: 36 h • inhaltliche Vorbereitung des Vortrags: 36 h • Ausarbeitung einer Präsentation mittels LaTeX und Tafelanschrieb: 20 h |
| Vorausgesetzte Kenntnisse | Stochastik 1 & 2 |
| Lehrinhalte | Ausgewählte mathematische und statistische Methoden in den Versicherungs- und Naturwissenschaften |
| Lern- und Kompetenzziele | Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Erweiterung der mathematischen und statistischen Methodenkenntnis in den Versicherungs- und Naturwissenschaften (MK1, MK2) |
| | Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Erkennen, welche mathematischen und statistischen Methoden in den Versicherungs- und Naturwissenschaften eingesetzt werden können (MF1, MF2) • Erkennen der Grenzen von mathematischen und statistischen Methoden hinsichtlich ihrer mathematischen Analysierbarkeit (MF1, MF2) • Erkennen der Grenzen des Einsatzes eines mathematischen bzw. statistischen Verfahrens in den Versicherungs- und Naturwissenschaften (MO4) |
| | Personale Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Kommunikationsfähigkeit (MF2, MO1, MO4) • Strategien zur Lösung von Problemen im Bereich der Versicherungs- und Naturwissenschaften (MO3) • Fähigkeit zur verständlichen Präsentation wissenschaftlicher Sachverhalte (MF2, MO1) • Fähigkeit zum Computereinsatz zur Erstellung |

| | |
|----------------------------|--|
| | mathematischer Texte (LaTeX) |
| Medienformen | Präsentation mit Beamer |
| Begleitende Literatur | gemäß der ausgewählten Themen |
| Lehr- und Lernmethoden | Seminarvorträge der teilnehmenden Studierenden |
| Art der Prüfungsleistung | Vortrag und Folien der Präsentation |
| Prüfungsvorleistung | Inhaltliche Vorbereitung zu und Wahrnehmung eines Beratungsgesprächs mindestens 3 Tage vor dem Vortrag |
| Prüfungsdauer | - |
| Sprache | Deutsch |
| Lehrende/r | Prof. Dr. Martin Schlather |
| Modulverantwortlicher | Prof. Dr. Martin Schlather |
| Dauer des Moduls | 1 Semester |
| Weiterführende Module | - |
| Verwendbarkeit | M.Sc. Wirtschaftsmathematik, M.Sc. Mathematik |
| Einordnung in Fachsemester | 1./3. Fachsemester |

| | |
|---------------------------|--|
| MAS 551 | Seminar über fortgeschrittene Methoden der mathematischen Statistik <i>Seminar on Advanced Methods in Mathematical Statistics</i> |
| Form der Veranstaltung | Seminar |
| Typ der Veranstaltung | Vertiefung |
| Modulniveau | Master |
| ECTS | 4 |
| Arbeitsaufwand | Präsenzstudium: 28 h pro Semester (2 SWS) |
| | Eigenstudium: <ul style="list-style-type: none"> • Einarbeitung in das Thema: 36 h • inhaltliche Vorbereitung des Vortrags: 36 h • Ausarbeitung einer Präsentation mittels LaTeX und Tafelanschrieb: 20 h |
| Vorausgesetzte Kenntnisse | Stochastik 1 & 2 |
| Lehrinhalte | Fortgeschrittene Themen der Mathematischen Statistik |
| Lern- und Kompetenzziele | Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Erweiterung der mathematisch-statistischen Methodenkenntnisse (MK1, MK2) |
| | Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Erkennen, welche mathematischen-statistischen Methoden eingesetzt werden können (MF1, MF2) • Erkennen der Grenzen exakter mathematisch-statistischer Methoden (MF1, MF2, MO4) |
| | Personale Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Kommunikationsfähigkeit (MF2, MO1, MO4) • Strategien zur Lösung von Problemen im Bereich der Mathematischen Statistik (MO3) • Fähigkeit zur verständlichen Präsentation wissenschaftlicher Sachverhalte (MF2, MO1) • Fähigkeit zum Computereinsatz zur Erstellung mathematischer Texte (LaTeX) |
| Medienformen | Präsentation mit Beamer |
| Begleitende Literatur | Gemäß der ausgewählten Themen |
| Lehr- und Lernmethoden | Seminarvorträge der teilnehmenden Studierenden |
| Art der Prüfungsleistung | Vortrag und Folien der Präsentation |

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

| MAS 552 | Seminar Optimierung |
|---------------------------|---|
| Form der Veranstaltung | Seminar |
| Typ der Veranstaltung | Vertiefung |
| Modulniveau | Master |
| ECTS | 4 |
| Arbeitsaufwand | Präsenzstudium: 28 h pro Semester (2 SWS) |
| | Eigenstudium: <ul style="list-style-type: none"> • Vorbereitung des Vortrags: 62 h • Schriftliche Ausarbeitung des Vortrags: 30 h |
| Vorausgesetzte Kenntnisse | Nichtlineare Optimierung |
| Lehrinhalte | Ausgewählte Themen zu theoretischen und numerischen Aspekten der mathematischen Optimierung |
| Lern- und Kompetenzziele | Fachkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Modellierung praxisbezogener Problemstellungen der Optimierung (MK1, MK2) • Theoretische und numerische Behandlung von Optimierungsproblemen |
| | Methodenkompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Konkrete Problemlösungsstrategien und deren Interpretation (MF1, MF2, MO3) |
| | Personale Kompetenz: <ul style="list-style-type: none"> • Kommunikationsfähigkeit (MO3, MO4) • Strategien zur Lösung von Problemen im Bereich der mathematischen Optimierung • Fähigkeit zur Präsentation komplexer wissenschaftlicher Sachverhalte (MO4) • Fähigkeit zum Computereinsatz zur Erstellung mathematischer Texte (LaTeX) |
| Medienformen | Tafelanschriebe, Präsentationen mit Beamer, schriftliche Ausarbeitung |
| Begleitende Literatur | Wechselnde Vorlagen |
| Lehr- und Lernmethoden | Vorträge der teilnehmenden Studierenden |
| Art der Prüfungsleistung | Vorträge und schriftliche Ausarbeitung |
| Prüfungsvorleistung | - |

| | |
|----------------------------|---|
| Prüfungsdauer | - |
| Sprache | Deutsch |
| Lehrende/r | Dr. Patrick Mehlitz |
| Modulverantwortlicher | Dr. Patrick Mehlitz |
| Dauer des Moduls | 1 Semester |
| Weiterführende Module | - |
| Verwendbarkeit | M.Sc. Wirtschaftsmathematik, Lehramt Mathematik |
| Einordnung in Fachsemester | Ab dem 1. Fachsemester |

| MAB 519 | Reinforcement Learning |
|---|--|
| Form of module | Lecture with exercise classes |
| Type of module | Mathematics B |
| Level | Master |
| ECTS | 9 |
| Workload | Lectures: 56h Exercise classes: 28h Self-study: 156h |
| Prerequisites | Stochastik I, Markovketten |
| Aim of module | <ul style="list-style-type: none"> • 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 | <ul style="list-style-type: none"> • 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 | 1 st , 2 nd , 3 rd |

| MAC 566 | Optimization in ML |
|---|--|
| Form of module | Lecture with exercise classes |
| Type of module | Mathematics C |
| Level | Master |
| ECTS | 6 |
| Workload | Lectures and exercises: 56h Self-study: 124h |
| Prerequisites | Stochastik I, Monte Carlo Methods |
| Aim of module | <ul style="list-style-type: none"> • (Stochastic) Gradient Methods • (Empirical) Risk Minimization • Variance Reduction and Acceleration • Training of Neural Networks • Programming in Python |
| Learning outcomes and qualification goals | MK1, M02, M03 |
| | MF1, MF3 |
| | (cf, "Erläuterungen zu den Abkürzungen") |
| Media | Blackboard, Slides |
| Literature | <ul style="list-style-type: none"> • Lectures Notes • Guanghui Lan, "First-order and Stochastic Optimization Methods for Machine Learning " • Shai Shalev-Shwartz and Shai Ben-David, "Understanding Machine Learning: From Theory to Algorithms" |
| 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. Simon Weißmann |

| | |
|----------------------|--|
| Person in charge | 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 | 1 st , 2 nd , 3 rd |

| | |
|---|--|
| MAA 501 | Funktionentheorie II <i>Complex Analysis II</i> |
| Form of module | Reading Course |
| Type of Module | Mathematics A/Mathematics B |
| Level | Master |
| ECTS | 8 |
| Workload | Reading/Recorded Lectures: 42h In-person consultation: 42h Self-study: 156h |
| Prerequisites | Analysis I & II, Linear Algebra I, Funktionentheorie I (aka Complex Analysis I) |
| Aim of module | A selection from the following themes: <ul style="list-style-type: none"> • Riemann surfaces and uniformisation • Fundamental groups and universal covers • Sheaf theory on Riemann surfaces • Homological Algebra |
| Learning outcomes and qualification goals | Subject Knowledge: Fluency with the theory of complex functions (MK1) |
| | Methods: Ability to connect the concepts complex analysis with their counterparts in algebraic geometry (MO2) |
| | Personal Development: Deeper understanding of arguments in complex analysis (MO3) |
| Media | Recorded lectures and lecture script |
| Literature | <ul style="list-style-type: none"> • E. Freitag, Funktionentheorie II • O. Forster, Riemann Surfaces • H.M. Farkas, I. Kra, Riemann Surfaces |
| Form of assessment | Oral exam |
| Admission requirements for assessment | Nil |
| Duration of assessment | 30 min |
| Language | English |
| Offering | Irregular |
| Lecturer | Dr. Ross Ogilvie |
| Person in charge | Prof. Dr. Martin Schmidt |
| Duration of module | 1 Semester |

| | |
|----------------------|---|
| Further modules | - |
| Range of application | M.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, Lehramt Mathematik |
| Semester | 1 st , 2 nd , 3 rd |

| MAA 523 | Integrable hierarchies of KdV type and moduli spaces of curves | |
|---|--|--|
| Form of module | Lecture with exercise classes | |
| Type of module | Mathematik A | |
| Level | Master | |
| ECTS | 8 | |
| Workload | Classroom instruction: 84 h/semester (6 SWS), Work at home: 154 h/semester, consisting of: <ul style="list-style-type: none"> • self-study of the course: 126 h/semester, • preparation of the exam: 28 h/semester. | |
| Prerequisites | Analysis I and II and possibly III | |
| Aim of module | Learning about sources of Gromov-Witten invariants: <ul style="list-style-type: none"> • (bihamiltonian) integrable hierarchies • moduli spaces of stable curves • intersection theory in these moduli spaces | |
| Learning outcomes and qualification goals | Professional competence: (MK1, MO2, MO3) <ul style="list-style-type: none"> • Getting an understanding of the fundamental results in integrable hierarchies and the interplay with the theory of moduli spaces of stable curves | |
| | Competence in methods: (MF1, MO3) <ul style="list-style-type: none"> • Working independently with literature • Reading and understanding mathematical texts | |
| | Personal competence: (MO1, MO4) <ul style="list-style-type: none"> • Team work, communication about mathematics | |
| Media | Presentation via blackboard and/or beamer | |
| Literature | Dubrovin, B. Zhang, Y.: Normal forms of hierarchies of integrable PDEs, Frobenius manifolds and Gromov-Witten invariants. http://arxiv.org/list/math.DG/0108160 , 2001. Rossi, P.: Integrability, Quantization and Moduli Spaces of Curves. <i>Symmetry, Integrability and Geometry: Methods and Applications</i> 13 (2017), 060. | |
| Methods | Lectures (4 SWS) and tutorials (2 SWS) | |
| Form of assessment | Oral exam | |

| | |
|---------------------------------------|---|
| Admission requirements for assessment | Successful participation in the exercise classes, i.e. 50% of the points for the homework |
| Duration of assessment | 30 min |
| Language | English |
| Offering | Possibly once |
| Lecturer | Dr. Guilherme Feitosa de Almeida |
| Person in charge | Dr. Guilherme Feitosa de Almeida |
| Duration of module | 1 semester |
| Further modules | - |
| Range of application | B.Sc. And M.Sc. Business mathematics, M.Sc. Mathematics, M.Sc. Education mathematics |
| Semester | 6. in the B.Sc., 2. or 4. in the M.Sc. |