

# Algebraische Topologie

| Kategorie                                | Inhalt   |
|--|--|
| Modulbezeichnung (englisch)              | Algebraic Topology   |
| Leistungspunkte                          | 6  |
| Modulverantwortlich                      | MNF/IfMA/Algebra   |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner | Prof. Dr. Jan-Christoph Schlage-Puchta   |
| Sprache                                  | Deutsch  |
| Zulassungsbeschränkung                   | keine  |
| Modulniveau                              | Masterstudiengang - spezialisierend  |
| Zwingende Teilnahmevoraus-<br>setzung    | keine  |
| Empfohlene Teilnahmevoraus-<br>setzung   | keine  |
| Zuordnung zu Curricula                   | B.Sc. Mathematik<br>M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>M.Sc. Mathematik 15.07.2019<br>M.Sc. Mathematik 26.09.2018<br>M.Sc. Mathematik 27.05.2015<br>M.Sc. Mathematik<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 15.07.2019<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 26.09.2018<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 27.05.2015  |
| Dauer des Moduls                         | 1 Semester   |
| Beginn/ Angebotsturnus                   | unregelmäßig   |
| Lern- und Qualifikationsziele            | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind mit grundlegenden Aussagen der allgemeinen Topologie und der singulären Homologietheorie vertraut,</li> <li>• haben ein Verständnis für topologische Probleme und ihre Lösung mittels algebraischer Methoden entwickelt,</li> <li>• können Stetigkeit von auf Quotientenräumen definierten Abbildungen nachweisen und Homologiegruppen mittels simplizialer bzw. zellulärer Zerlegungen bestimmen.</li> </ul>   |
| Lehrinhalte                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Topologische Grundbegriffe</li> <li>• Erzeugung topologischer Räume</li> <li>• Kompaktheit, Wegzusammenhang, Homotopien, Lemma von Whitehead</li> <li>• Kategorien, Funktoren, natürliche Transformationen, frei erzeugte abelsche Gruppen und Moduln</li> <li>• exakte Sequenzen, Fünferlemma, Kettenkomplexe und Homologiegruppen, lange exakte Homologiesequenz</li> <li>• singuläre Kettenkomplexe und singuläre Homologiegruppen, reduzierte Homologiegruppen</li> <li>• Homotopiesatz, Ausschneidungssatz</li> <li>• Homologie von Sphären, Brouwerscher Fixpunktsatz, Jordan-Brouwerscher Trennungssatz</li> <li>• Zelluläre Homologie und Bestimmung von Homologiegruppe</li> </ul> |
| Literatur                                | Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.   |
| Lehrveranstaltungen                      | Vorlesung 4 SWS<br>Gesamt 4 SWS  |
| Lernformen                               | Literaturstudium, Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium  |
| Arbeitsaufwand für Studierende           | Präsenzzeit 60 Std.<br>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit 80 Std.<br>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung 40 Std.  |

| Kategorie  | Inhalt   |
|--|--|
|  | Gesamtarbeitsaufwand 180 Std.  |
| Prüfungsvorleistungen  | keine  |
| Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss | Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder Mündliche Prüfung (20 Minuten)<br>Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.  |
| Regelprüfungstermin  | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |
| Bewertung  | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |
| Hinweise   | Die Klausur kann gemäß RPO auch als Multiple-Choice-Prüfung, E-Klausur oder Hausklausur abgelegt werden. Die Prüfungsform ist spätestens in der zweiten Vorlesungswoche durch die Prüfperson bekanntzugeben. |
| Modulnummer  | 2150740  |

# Algorithmische Geometrie der Zahlen

| Kategorie  | Inhalt   |
|--|--|
| Modulbezeichnung (englisch)  | Algorithmic Geometry of Numbers  |
| Leistungspunkte  | 6  |
| Modulverantwortlich  | MNF/IfMA/Geometrie   |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner                                   | Dr. Frieder Ladisch,<br>Prof. Dr. Achill Schürmann   |
| Sprache  | Deutsch  |
| Zulassungsbeschränkung   | keine  |
| Modulniveau  | Masterstudiengang - weiterführend<br>Staatsexamen - spezialisierend  |
| Zwingende Teilnahmevoraussetzung   | keine  |
| Empfohlene Teilnahmevoraussetzung  | Grundkenntnisse der Analysis und Kenntnisse aus der linearen und multilinearen Algebra   |
| Zuordnung zu Curricula   | LA Gym Mathematik 14.07.2022<br>M.Ed. (2 Fach) Mathematik 31.07.2023<br>M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 14.07.2022<br>M.A. Wirtschaftspädagogik 31.07.2023   |
| Dauer des Moduls   | 1 Semester   |
| Beginn/ Angebotsturnus   | unregelmäßig   |
| Lern- und Qualifikationsziele  | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen klassische mathematische Resultate der „Geometrie der Zahlen“ und ihre Anwendungen und lösen diese mit Hilfe algorithmischer und geometrischer Methoden,</li> <li>• erkennen Zusammenhänge zu anderen mathematischen Disziplinen wie der Zahlentheorie, der mathematischen Optimierung und Kryptologie,</li> <li>• verstehen grundlegende Verfahren der Post-Quanten-Kryptographie</li> <li>• verfügen über vertiefte Fähigkeiten für weiterführende Arbeiten in der computerorientierten und algorithmischen Mathematik</li> </ul> |
| Lehrinhalte  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduktionstheorien für Gitter und quadratische Formen</li> <li>• Sätze über sukzessive und inhomogene Minima und deren Anwendung</li> <li>• Algorithmische Geometrie der positiv definiten quadratischen Formen</li> <li>• Algorithmische Behandlung von Packungs- und Überdeckungsproblemen</li> <li>• Grundlagen und Algorithmen der Gitterkryptographie</li> <li>• Aktuelle Themen und Anwendungen der Geometrie der Zahlen</li> </ul>   |
| Literatur  | Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.   |
| Lehrveranstaltungen  | Integrierte Lehrveranstaltung 4 SWS<br>Gesamt 4 SWS  |
| Lernformen   | Literaturstudium, Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium  |
| Arbeitsaufwand für Studierende   | Präsenzzeit 60 Std.<br>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit 60 Std.<br>Übungsaufgaben 30 Std.<br>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung 30 Std.<br>Gesamtarbeitsaufwand 180 Std.   |
| Prüfungsvorleistungen  | keine  |
| Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss | Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder Mündliche Prüfung (20 Minuten)<br>Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.  |
| Regelprüfungstermin  | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |

| Kategorie   | Inhalt   |
|-------------|--|
| Bewertung   | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |
| Hinweise    | Die Klausur kann gemäß RPO auch als Multiple-Choice-Prüfung, E-Klausur oder Hausklausur abgelegt werden. Die Prüfungsform ist spätestens in der zweiten Vorlesungswoche durch die Prüfperson bekanntzugeben. |
| Modulnummer | 2150990  |

## Analysis 3: Differentialgleichungen und Fouriertransformation

| Kategorie                                | Inhalt   |             |         |  |         |        |       |
|--|--|-------------|---------|--|---------|--------|-------|
| Modulbezeichnung (englisch)              | Analysis 3: Differential Equations and Fourier Transform   |             |         |  |         |        |       |
| Leistungspunkte                          | 9  |             |         |  |         |        |       |
| Modulverantwortlich                      | MNF/Institut für Mathematik (IfMA)   |             |         |  |         |        |       |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner | Prof. Dr. Michael Dreher   |             |         |  |         |        |       |
| Sprache                                  | Deutsch  |             |         |  |         |        |       |
| Zulassungsbeschränkung                   | keine  |             |         |  |         |        |       |
| Modulniveau                              | Bachelorstudiengang - weiterführend  |             |         |  |         |        |       |
| Zwingende Teilnahmevoraus-<br>setzung    | keine  |             |         |  |         |        |       |
| Empfohlene Teilnahmevoraus-<br>setzung   | Kenntnisse und Kompetenzen auf dem Niveau der Module Analysis 1: Funktionen einer Veränderlichen, Analysis 2: Funktionen mehrerer Veränderlicher und Maßtheorie, Lineare Algebra 1: Einführung in die Lineare Algebra und Lineare Algebra 2: Lineare und multilineare Algebra  |             |         |  |         |        |       |
| Zuordnung zu Curricula                   | B.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>B.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 14.07.2022   |             |         |  |         |        |       |
| Dauer des Moduls                         | 1 Semester   |             |         |  |         |        |       |
| Beginn/ Angebotsturnus                   | Sommersemester   |             |         |  |         |        |       |
| Lern- und Qualifikationsziele            | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• haben grundlegende Kenntnisse zu den klassischen Theoremen für Existenz und Eindeutigkeit der Lösungen zu Anfangswertproblemen erworben,</li> <li>• kennen spezielle Lösungsmethoden für gewöhnliche Differentialgleichungen bestimmter Form,</li> <li>• sind mit den Eigenschaften linearer Systeme vertraut,</li> <li>• haben ein Grundverständnis für qualitative Eigenschaften von Lösungen,</li> <li>• kennen die Fouriertransformation und erkennen sie als ein Werkzeug zur Lösung einfacher partieller Differentialgleichungen,</li> <li>• festigen ihre in den vorangegangenen Veranstaltungen erlangten Fertigkeiten in der Analysis,</li> <li>• legen das Fundament für verschiedenste zukünftige Veranstaltungen der Analysis,</li> <li>• sind sicher in der Kommunikation mathematischer Sachverhalte und können ihre Ergebnisse in der Übungsgruppe präsentieren.</li> </ul> |             |         |  |         |        |       |
| Lehrinhalte                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Existenz- und Eindeigkeitssätze von Peano und Picard-Lindelöf</li> <li>• Lösungsmethoden im Spezialfall</li> <li>• Lineare gewöhnliche Differentialgleichungen, Fundamentalsysteme</li> <li>• Einführung in das qualitative Verhalten von Lösungen gewöhnlicher Differentialgleichungen</li> <li>• Lyapunov-Stabilität von Lösungen gewöhnlicher Differentialgleichungen</li> <li>• Zweipunkttrandwertaufgaben gewöhnlicher Differentialgleichungen</li> <li>• Fouriertransformation im Schwartzraum und im Raum der Schwartzdistribuitionen</li> </ul>   |             |         |  |         |        |       |
| Literatur                                | Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.   |             |         |  |         |        |       |
| Lehrveranstaltungen                      | <table border="0"> <tr> <td>Übung</td> <td>2 SWS</td> </tr> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>4 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>6 SWS</td> </tr> </table>  | Übung       | 2 SWS   | Vorlesung                                | 4 SWS   | Gesamt | 6 SWS |
| Übung                                    | 2 SWS  |             |         |  |         |        |       |
| Vorlesung                                | 4 SWS  |             |         |  |         |        |       |
| Gesamt                                   | 6 SWS  |             |         |  |         |        |       |
| Lernformen                               | Literaturstudium, Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium, Präsentationen.   |             |         |  |         |        |       |
| Arbeitsaufwand für Studierende           | <table border="0"> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>90 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>80 Std.</td> </tr> </table>   | Präsenzzeit | 90 Std. | Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit | 80 Std. |        |       |
| Präsenzzeit                              | 90 Std.  |             |         |  |         |        |       |
| Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit | 80 Std.  |             |         |  |         |        |       |

| Kategorie  | Inhalt   |
|--|--|
|  | Übungsaufgaben 40 Std.<br>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung 60 Std.<br>Gesamtarbeitsaufwand 270 Std.  |
| Prüfungsvorleistungen  | Erreichen von mindestens 50 % der Punkte beim Lösen der Pflichtaufgaben  |
| Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss | Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung (30 Minuten) oder Klausur (120 Minuten)<br>Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.   |
| Regelprüfungstermin  | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |
| Bewertung  | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |
| Hinweise   | Die Klausur kann gemäß RPO auch als Multiple-Choice-Prüfung, E-Klausur oder Hausklausur abgelegt werden. Die Prüfungsform ist spätestens in der zweiten Vorlesungswoche durch die Prüfperson bekanntzugeben. |
| Modulnummer  | 2100610  |

## Angewandte Konvexe und Diskrete Geometrie

| Kategorie  | Inhalt   |
|--|--|
| Modulbezeichnung (englisch)  | Applied Convex and Discrete Geometry   |
| Leistungspunkte  | 3  |
| Modulverantwortlich  | MNF/IfMA/Geometrie   |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner   | Dr. Frieder Ladisch,<br>Prof. Dr. Achill Schürmann   |
| Sprache  | Deutsch oder Englisch  |
| Zulassungsbeschränkung   | keine  |
| Modulniveau  | Masterstudiengang - spezialisierend<br>Staatsexamen - spezialisierend  |
| Zwingende Teilnahmevoraus-<br>setzung  | keine  |
| Empfohlene Teilnahmevoraus-<br>setzung   | Kenntnisse aus „Einführung in die Konvexe und Diskrete Geometrie“ oder „Algorithmische Geometrie der Zahlen“   |
| Zuordnung zu Curricula   | LA Gym Mathematik 14.07.2022<br>M.Ed. (2 Fach) Mathematik 31.07.2023<br>M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 14.07.2022<br>M.A. Wirtschaftspädagogik 31.07.2023   |
| Dauer des Moduls   | 1 Semester   |
| Beginn/ Angebotsturnus   | unregelmäßig   |
| Lern- und Qualifikationsziele  | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• verfügen über fortgeschrittene Kenntnisse von Konzepten und Anwendungen der Konvexgeometrie und der Diskreten Geometrie,</li> <li>• können Probleme der Konvexen und Diskreten Geometrie selbstständig lösen und ihre Lösungen fachkundig präsentieren,</li> <li>• können Techniken der Konvexen und Diskreten Geometrie bei der Bearbeitung von Fragestellungen anderer mathematischer Disziplinen oder deren Anwendungen einsetzen.</li> </ul> |
| Lehrinhalte  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• fortgeschrittene, auch aktuelle Themen zu Konvexität und zur Diskreten und Algorithmischen Geometrie</li> <li>• Anwendungen Konvexer und Diskreter Geometrie, insbesondere in anderen mathematischen Disziplinen und in der Computermathematik</li> </ul>   |
| Literatur  | Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.   |
| Lehrveranstaltungen  | Integrierte Lehrveranstaltung 2 SWS<br>Gesamt 2 SWS  |
| Lernformen   | Literaturstudium, Lösen und Präsentieren von Übungsaufgaben, Selbststudium   |
| Arbeitsaufwand für Studierende   | Präsenzzeit 30 Std.<br>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit 30 Std.<br>Übungsaufgaben 15 Std.<br>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung 15 Std.<br>Gesamtarbeitsaufwand 90 Std.  |
| Prüfungsvorleistungen  | keine  |
| Prüfungsleistungen/ Vorausset-<br>zungen für einen erfolgreichen<br>Modulabschluss | Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung (25 Minuten)   |
| Regelprüfungstermin  | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |
| Bewertung  | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |
| Hinweise   | keine  |
| Modulnummer  | 2151000  |

# Approximationsmethoden

| Kategorie                                | Inhalt  |
|--|---|
| Modulbezeichnung (englisch)              | Approximation Theory  |
| Leistungspunkte                          | 3   |
| Modulverantwortlich                      | MNF/Institut für Mathematik (IfMA)  |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner | Prof. Dr. Manfred Tasche  |
| Sprache                                  | Deutsch   |
| Zulassungsbeschränkung                   | keine   |
| Modulniveau                              | Masterstudiengang - spezialisierend   |
| Zwingende Teilnahmevoraus-<br>setzung    | keine   |
| Empfohlene Teilnahmevoraus-<br>setzung   | Kenntnisse auf dem Gebiet der Numerischen Mathematik  |
| Zuordnung zu Curricula                   | B.Sc. Mathematik<br>M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>M.Sc. Mathematik 15.07.2019<br>M.Sc. Mathematik 26.09.2018<br>M.Sc. Mathematik 27.05.2015<br>M.Sc. Mathematik<br>M.Sc. Visual Computing<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 15.07.2019<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 26.09.2018<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 27.05.2015   |
| Dauer des Moduls                         | 1 Semester  |
| Beginn/ Angebotsturnus                   | unregelmäßig  |
| Lern- und Qualifikationsziele            | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• erwerben die Fähigkeit zur Lösung von Approximationsproblemen und Problemen der geometrischen Datenverarbeitung,</li> <li>• erwerben die Fähigkeit zur Verfahrensimplementierung auf einem Computer für einfache Modellprobleme,</li> <li>• verfügen über analytisches Hintergrundwissen zu den behandelten Methoden, um die Aspekte der Verfahrenswahl, deren Effizienz und Stabilität kritisch beurteilen zu können.</li> </ul>                                 |
| Lehrinhalte                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lineares Approximationsproblem (Existenz und Eindeutigkeit, orthogonale Projektion)</li> <li>• Gleichmäßige Polynomapproximation (Sätze von Weierstraß, Tschebyscheffsche Alternante)</li> <li>• Approximierbarkeit und Glattheit (Sätze von Jackson und Bernstein)</li> <li>• Spline-Approximation (kubische Splines, B-Splines, kardinale B-Splines, Bernstein-Polynome)</li> <li>• Anwendungen in geometrischer Datenverarbeitung (Bezier-Technik, B-Spline-Technik)</li> </ul> |
| Literatur                                | Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.  |
| Lehrveranstaltungen                      | Vorlesung 2 SWS<br>Gesamt 2 SWS   |
| Lernformen                               | Literaturstudium, Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium   |
| Arbeitsaufwand für Studierende           | Präsenzzeit 30 Std.<br>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit 40 Std.<br>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung 20 Std.<br>Gesamtarbeitsaufwand 90 Std.   |
| Prüfungsvorleistungen                    | keine   |



| Kategorie  | Inhalt   |
|--|--|
| Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss | Prüfungsleistung: Klausur (60 Minuten) oder Mündliche Prüfung (20 Minuten)<br>Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.  |
| Regelprüfungstermin  | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |
| Bewertung  | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |
| Hinweise   | Die Klausur kann gemäß RPO auch als Multiple-Choice-Prüfung, E-Klausur oder Hausklausur abgelegt werden. Die Prüfungsform ist spätestens in der zweiten Vorlesungswoche durch die Prüfperson bekanntzugeben. |
| Modulnummer  | 2150600  |

# Asymptotische Gruppentheorie

| Kategorie  | Inhalt   |             |         |  |         |  |         |                      |          |
|--|--|-------------|---------|--|---------|--|---------|----------------------|----------|
| Modulbezeichnung (englisch)  | Asymptotic Group Theory  |             |         |  |         |  |         |                      |          |
| Leistungspunkte  | 6  |             |         |  |         |  |         |                      |          |
| Modulverantwortlich  | MNF/IfMA/Algebra   |             |         |  |         |  |         |                      |          |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner   | Prof. Dr. Jan-Christoph Schlage-Puchta   |             |         |  |         |  |         |                      |          |
| Sprache  | Deutsch  |             |         |  |         |  |         |                      |          |
| Zulassungsbeschränkung   | keine  |             |         |  |         |  |         |                      |          |
| Modulniveau  | Masterstudiengang - weiterführend  |             |         |  |         |  |         |                      |          |
| Zwingende Teilnahmevoraus-<br>setzung  | keine  |             |         |  |         |  |         |                      |          |
| Empfohlene Teilnahmevoraus-<br>setzung   | Kenntnisse auf dem Niveau des Moduls Gruppentheorie  |             |         |  |         |  |         |                      |          |
| Zuordnung zu Curricula   | M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>M.Sc. Mathematik 15.07.2019<br>M.Sc. Mathematik 26.09.2018<br>M.Sc. Mathematik 27.05.2015<br>M.Sc. Mathematik<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 15.07.2019<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 26.09.2018<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 27.05.2015<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik             |             |         |  |         |  |         |                      |          |
| Dauer des Moduls   | 1 Semester   |             |         |  |         |  |         |                      |          |
| Beginn/ Angebotsturnus   | unregelmäßig   |             |         |  |         |  |         |                      |          |
| Lern- und Qualifikationsziele  | Die Studierenden können analytische und probabilistische Methoden auf Fragen der Gruppentheorie anwenden.  |             |         |  |         |  |         |                      |          |
| Lehrinhalte  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Statistik in symmetrischen und linearen Gruppen</li> <li>• Untergruppen in freien Produkten: Hayman's Methode</li> <li>• Untergruppen in virtuell freien Gruppen: Lineare Optimierung</li> <li>• Untergruppen von pro-p-Gruppen</li> <li>• Irrfahrten auf endlichen Gruppen</li> <li>• Zusammenhang mit Fragen der algebraischen Geometrie</li> </ul> |             |         |  |         |  |         |                      |          |
| Literatur  | Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.   |             |         |  |         |  |         |                      |          |
| Lehrveranstaltungen  | <table border="0"> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>4 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>4 SWS</td> </tr> </table>   | Vorlesung   | 4 SWS   | Gesamt                                   | 4 SWS   |  |         |                      |          |
| Vorlesung  | 4 SWS  |             |         |  |         |  |         |                      |          |
| Gesamt   | 4 SWS  |             |         |  |         |  |         |                      |          |
| Lernformen   | Literaturstudium, Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium  |             |         |  |         |  |         |                      |          |
| Arbeitsaufwand für Studierende   | <table border="0"> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>80 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>40 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>180 Std.</td> </tr> </table>  | Präsenzzeit | 60 Std. | Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit | 80 Std. | Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung | 40 Std. | Gesamtarbeitsaufwand | 180 Std. |
| Präsenzzeit  | 60 Std.  |             |         |  |         |  |         |                      |          |
| Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit   | 80 Std.  |             |         |  |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung                                 | 40 Std.  |             |         |  |         |  |         |                      |          |
| Gesamtarbeitsaufwand   | 180 Std.   |             |         |  |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsvorleistungen  | keine  |             |         |  |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsleistungen/ Vorausset-<br>zungen für einen erfolgreichen<br>Modulabschluss | Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder<br>Mündliche Prüfung (20 Minuten)<br>Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten<br>Vorlesungswoche.  |             |         |  |         |  |         |                      |          |
| Regelprüfungstermin  | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs-<br>und Studienordnung.   |             |         |  |         |  |         |                      |          |
| Bewertung  | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studien-<br>ordnung.   |             |         |  |         |  |         |                      |          |
| Hinweise   | Die Klausur kann gemäß RPO auch als Multiple-Choice-Prüfung, E-Klausur oder<br>Hausklausur abgelegt werden. Die Prüfungsform ist spätestens in der zweiten<br>Vorlesungswoche durch die Prüfperson bekanntzugeben.   |             |         |  |         |  |         |                      |          |

| Kategorie   | Inhalt  |
|-------------|---------|
| Modulnummer | 2150590 |

# Berufspraktikum M.Sc. Mathematik

| Kategorie  | Inhalt   |
|--|--|
| Modulbezeichnung (englisch)  | Internship M.Sc. Mathematics   |
| Leistungspunkte  | 6  |
| Modulverantwortlich  | MNF/Institut für Mathematik (IfMA)   |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner   | Prüfungsamt/ Studienbüro   |
| Sprache  | Deutsch  |
| Zulassungsbeschränkung   | keine  |
| Modulniveau  | Masterstudiengang - weiterführend  |
| Zwingende Teilnahmevoraus-<br>setzung  | keine  |
| Empfohlene Teilnahmevoraus-<br>setzung   | Abschluss von Modulen im Umfang von 30 LP  |
| Zuordnung zu Curricula   | M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>M.Sc. Mathematik 15.07.2019<br>M.Sc. Mathematik 26.09.2018<br>M.Sc. Mathematik 27.05.2015<br>M.Sc. Mathematik<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 15.07.2019<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 26.09.2018<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 27.05.2015<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik                               |
| Dauer des Moduls   | 1 Semester   |
| Beginn/ Angebotsturnus   | jedes Semester   |
| Lern- und Qualifikationsziele  | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• können typische Studieninhalte zur Lösung von Problemen einsetzen, die in der betrieblichen Praxis auftreten,</li> <li>• verbessern ihre Team- und Kommunikationsfähigkeit,</li> <li>• entwickeln Eigeninitiative bei der Suche nach Praktikumsstellen,</li> <li>• lernen ihre eigenen Kompetenzen im betrieblichen Umfeld zu reflektieren.</li> </ul> |
| Lehrinhalte  | keine  |
| Literatur  | keine  |
| Lehrveranstaltungen  | keine  |
| Lernformen   | keine  |
| Arbeitsaufwand für Studierende   | Praxis 160 Std.<br>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung 20 Std.<br>Gesamtarbeitsaufwand 180 Std.   |
| Prüfungsvorleistungen  | keine  |
| Prüfungsleistungen/ Vorausset-<br>zungen für einen erfolgreichen<br>Modulabschluss | Prüfungsleistung: Bericht/ Dokumentation - 10-20 Seiten  |
| Regelprüfungstermin  | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |
| Bewertung  | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |
| Hinweise   | Praktikum (4-8 Wochen)   |
| Modulnummer  | 2150800  |

# Codierungstheorie

| Kategorie  | Inhalt  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
|--|---|-------------|---------|--|---------|----------------|---------|--|---------|----------------------|----------|
| Modulbezeichnung (englisch)  | Coding Theory   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Leistungspunkte  | 6   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Modulverantwortlich  | MNF/IfMA/Diskrete Mathematik  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner                                   | Prof. Dr. Gohar Kyureghyan  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Sprache  | Deutsch oder Englisch   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zulassungsbeschränkung   | keine   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Modulniveau  | Masterstudiengang - spezialisierend   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zwingende Teilnahmevoraussetzung   | keine   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Empfohlene Teilnahmevoraussetzung  | Kenntnisse und Fertigkeiten ungefähr auf dem Niveau der Module Lineare Algebra 1: Einführung in die Lineare Algebra, Lineare Algebra 2: Lineare und multilineare Algebra, Algebra   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zuordnung zu Curricula   | M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 14.07.2022  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Dauer des Moduls   | 1 Semester  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Beginn/ Angebotsturnus   | unregelmäßig im Wintersemester  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lern- und Qualifikationsziele  | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen fortgeschrittene theoretische Grundlagen sowie moderne Anwendungen der Codierungstheorie,</li> <li>• verstehen und beherrschen algebraische und kombinatorische Methoden der Untersuchung von Codes,</li> <li>• sind vertraut mit algebraischen Konstruktionen spezieller Codes,</li> <li>• können sich selbstständig mathematisches Wissen aus dem Gebiet aneignen</li> <li>• können Übungsaufgaben kreativ und innovativ lösen,</li> <li>• können Ergebnisse und eigene Lösungswege einem fachkundigen Auditorium präsentieren.</li> </ul> |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lehrinhalte  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• mathematischen Grundlagen der Nachrichtenübertragung und Speicherung</li> <li>• Kombinatorische Schranken, perfekte und MDS Codes</li> <li>• Algebraische Konstruktionen von Codes</li> <li>• Lineare Codes, Zyklische Codes, BCH-Codes, Reed-Solomon-Codes, Golay Codes</li> </ul>  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Literatur  | Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lehrveranstaltungen  | <table border="0"> <tr> <td>Übung</td> <td>1 SWS</td> </tr> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>3 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>4 SWS</td> </tr> </table>   | Übung       | 1 SWS   | Vorlesung                                | 3 SWS   | Gesamt         | 4 SWS   |  |         |                      |          |
| Übung  | 1 SWS   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Vorlesung  | 3 SWS   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Gesamt   | 4 SWS   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lernformen   | Literaturstudium, Lösen und Präsentieren von Übungsaufgaben, Selbststudium  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Arbeitsaufwand für Studierende   | <table border="0"> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td>20 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>40 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>180 Std.</td> </tr> </table>   | Präsenzzeit | 60 Std. | Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit | 60 Std. | Übungsaufgaben | 20 Std. | Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung | 40 Std. | Gesamtarbeitsaufwand | 180 Std. |
| Präsenzzeit  | 60 Std.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit                                   | 60 Std.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Übungsaufgaben   | 20 Std.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung                         | 40 Std.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Gesamtarbeitsaufwand   | 180 Std.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsvorleistungen  | keine   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss | Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder Mündliche Prüfung (25 Minuten)<br>Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Regelprüfungstermin  | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |

| Kategorie   | Inhalt  |
|-------------|---|
| Bewertung   | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.   |
| Hinweise    | Das Modul findet jedes zweite Wintersemester statt.<br>Die Klausur kann gemäß RPO auch als Multiple-Choice-Prüfung, E-Klausur oder Hausklausur abgelegt werden. Die Prüfungsform ist spätestens in der zweiten Vorlesungswoche durch die Prüfperson bekanntzugeben. |
| Modulnummer | 2151010   |

# Datengesteuerte Analyse dynamischer Systeme

| Kategorie                                | Inhalt  |           |       |       |       |        |       |
|--|---|-----------|-------|-------|-------|--------|-------|
| Modulbezeichnung (englisch)              | Data Driven Analysis of Dynamical Systems   |           |       |       |       |        |       |
| Leistungspunkte                          | 6   |           |       |       |       |        |       |
| Modulverantwortlich                      | MNF/Institut für Mathematik (IfMA)  |           |       |       |       |        |       |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner | Prof. Dr. Jens Starke   |           |       |       |       |        |       |
| Sprache                                  | Deutsch oder Englisch   |           |       |       |       |        |       |
| Zulassungsbeschränkung                   | keine   |           |       |       |       |        |       |
| Modulniveau                              | Masterstudiengang - grundlagenorientiert  |           |       |       |       |        |       |
| Zwingende Teilnahmevoraussetzung         | keine   |           |       |       |       |        |       |
| Empfohlene Teilnahmevoraussetzung        | Kenntnisse in Analysis und Lineare Algebra, Differenzialgleichungen   |           |       |       |       |        |       |
| Zuordnung zu Curricula                   | B.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 14.07.2022  |           |       |       |       |        |       |
| Dauer des Moduls                         | 1 Semester  |           |       |       |       |        |       |
| Beginn/ Angebotsturnus                   | unregelmäßig  |           |       |       |       |        |       |
| Lern- und Qualifikationsziele            | Die Studierenden sind in der Lage <ul style="list-style-type: none"> <li>hochdimensionale zeitabhängige Daten niederdimensional zu approximieren und mit einem niederdimensionalen dynamischen System zu beschreiben und nachfolgend zu analysieren (Stabilitätseigenschaften und Bifurkationsverhalten),</li> <li>Labor-Experimente mit einem Kontroll-basierten Ansatz zu untersuchen, um instabile Zustände zu analysieren, die sonst nicht beobachtbar wären,</li> <li>Bifurkationsdiagramme direkt aus Labor-Experimenten zu bestimmen,</li> <li>die vorgestellten Methoden auf verschiedene Beispiele anzuwenden,</li> <li>Ergebnisse und eigene Lösungswege einem fachkundigen Auditorium zu präsentieren.</li> </ul>  |           |       |       |       |        |       |
| Lehrinhalte                              | <ol style="list-style-type: none"> <li>lineare Methoden (Karhunen-Loeve Entwicklung, d.h. principal component analysis PCA oder proper orthogonal decomposition POD) zur Analyse und niederdimensionaler Approximation zeitabhängiger hochdimensionaler Daten</li> <li>nichtlineare Methoden (z.B. Diffusion-Maps oder Manifold learning) zur Analyse und niederdimensionalen Approximation zeitabhängiger hochdimensionaler Daten</li> <li>Analysmethoden, die das intrinsische zeitabhängige Verhalten berücksichtigen (z.B. unter Verwendung von Koopmann-Operatoren)</li> <li>Stabilisierung instabiler Zustände von Labor-Experimenten mit Kontroll-Methoden</li> <li>Datenbasierte Fortsetzungsmethoden (Prediktor-Korrektor-Verfahren)</li> <li>Unterschiede zwischen Modell-basierter und datengesteuerter Analyse dynamischer Systeme</li> </ol> <p>Konkrete Beispiele aus Natur- und Ingenieurwissenschaften (einfache mechanische Systeme bis Fußgängerströme) werden die Theorie begleiten.<br/>Neben der Vertiefung der Theorie wird innerhalb der in der Vorlesung integrierten Übungen die auf Matrixoperationen basierte Programmiersprache MATLAB zur Bearbeitung konkreter Problemstellungen verwendet.</p> |           |       |       |       |        |       |
| Literatur                                | Literaturhinweise werden in der Vorlesung gegeben.  |           |       |       |       |        |       |
| Lehrveranstaltungen                      | <table border="0"> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>3 SWS</td> </tr> <tr> <td>Übung</td> <td>1 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>4 SWS</td> </tr> </table>   | Vorlesung | 3 SWS | Übung | 1 SWS | Gesamt | 4 SWS |
| Vorlesung                                | 3 SWS   |           |       |       |       |        |       |
| Übung                                    | 1 SWS   |           |       |       |       |        |       |
| Gesamt                                   | 4 SWS   |           |       |       |       |        |       |

| Kategorie  | Inhalt   |          |
|--|--|----------|
| Lernformen   | begleitendes Literaturstudium, integrierte Übungsanteile einschließlich der Bearbeitung von Programmieraufgaben  |          |
| Arbeitsaufwand für Studierende   | Präsenzzeit  | 60 Std.  |
|  | Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit   | 30 Std.  |
|  | Übungsaufgaben   | 30 Std.  |
|  | Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung   | 60 Std.  |
|  | Gesamtarbeitsaufwand   | 180 Std. |
| Prüfungsvorleistungen  | Präsentation von zwei Übungsaufgaben   |          |
| Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss | Prüfungsleistung: Klausur (120 Minuten) oder Mündliche Prüfung (25 Minuten)<br>Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.   |          |
| Regelprüfungstermin  | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |          |
| Bewertung  | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |          |
| Hinweise   | Die Klausur kann gemäß RPO auch als Multiple-Choice-Prüfung, E-Klausur oder Hausklausur abgelegt werden. Die Prüfungsform ist spätestens in der zweiten Vorlesungswoche durch die Prüfperson bekanntzugeben. |          |
| Modulnummer  | 2101120  |          |



# Diskrete Optimierung

| Kategorie                                | Inhalt  |
|--|---|
| Modulbezeichnung (englisch)              | Discrete Optimization   |
| Leistungspunkte                          | 6   |
| Modulverantwortlich                      | MNF/IfMA/Optimierung  |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner | Prof. Dr. Konrad Engel  |
| Sprache                                  | Deutsch   |
| Zulassungsbeschränkung                   | keine   |
| Modulniveau                              | Masterstudiengang - weiterführend   |
| Zwingende Teilnahmevoraus-<br>setzung    | keine   |
| Empfohlene Teilnahmevoraus-<br>setzung   | Kenntnisse und Fertigkeiten ungefähr auf dem Niveau der Module Diskrete Mathematik und Optimierung, Lineare Algebra 1: Einführung in die Lineare Algebra, Lineare Algebra 2: Lineare und multilineare Algebra   |
| Zuordnung zu Curricula                   | M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 14.07.2022  |
| Dauer des Moduls                         | 1 Semester  |
| Beginn/ Angebotsturnus                   | unregelmäßig im Wintersemester  |
| Lern- und Qualifikationsziele            | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen Grundprinzipien und vielschichtige Verfahren der ganzzahligen linearen Optimierung und der diskreten Optimierung, die auf den im Bachelorstudium erworbenen Kenntnissen aufbauen,</li> <li>• haben Fähigkeiten zur Modellierung komplexer Probleme als ganzzahlige Optimierungsprobleme erworben,</li> <li>• sind mit anspruchsvollen Beweismethoden für die Ganzzahligkeit sowie mit den Beziehungen zur Geometrie vertraut,</li> <li>• können zwischen algorithmisch leicht bzw. schwer zugänglichen Problemen unterscheiden,</li> <li>• haben durch Präsentation der Ergebnisse in der Übungsgruppe Fertigkeiten in der Kommunikation mathematischer Sachverhalte erworben.</li> </ul>  |
| Lehrinhalte                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Polyedertheorie: konvexe Polyeder und polyedrische Kegel, Seitenflächen, Struktur und Darstellungssätze</li> <li>• Ganzzahlige Polyeder: ganzzahlige optimale Lösungen bei der Simplexmethode, total unimodulare Matrizen, Netzwerkmatrizen</li> <li>• Ganzzahlige lineare Optimierung: Modellierung und Beispiele, Branch- and Bound-Verfahren, gültige Ungleichungen, Schnittebenen- und Branch- and Cut-Verfahren</li> <li>• Greedy-Algorithmen: Greedy-Algorithmen und Matroide, Charakterisierung von Matroiden, der Greedy-Algorithmus als Approximationsverfahren</li> <li>• Grundlagen der Komplexitätstheorie: deterministische und nichtdeterministische Polynomial-Zeit-Algorithmen, die Klassen P und NP, NP-vollständige Probleme, Beispiele für Reduktionen</li> </ul> |
| Literatur                                | Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.  |
| Lehrveranstaltungen                      | Integrierte Lehrveranstaltung 4 SWS<br>Gesamt 4 SWS   |
| Lernformen                               | Literaturstudium, Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium   |
| Arbeitsaufwand für Studierende           | Präsenzzeit 60 Std.<br>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit 60 Std.<br>Übungsaufgaben 20 Std.<br>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung 40 Std.<br>Gesamtarbeitsaufwand 180 Std.  |
| Prüfungsvorleistungen                    | keine   |

| Kategorie  | Inhalt  |
|--|---|
| Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss | Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder Mündliche Prüfung (25 Minuten)<br>Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.   |
| Regelprüfungstermin  | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.   |
| Bewertung  | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.   |
| Hinweise   | Das Modul findet jedes zweite Wintersemester statt.<br>Die Klausur kann gemäß RPO auch als Multiple-Choice-Prüfung, E-Klausur oder Hausklausur abgelegt werden. Die Prüfungsform ist spätestens in der zweiten Vorlesungswoche durch die Prüfperson bekanntzugeben. |
| Modulnummer  | 2151020   |

# Distributionen und partielle Differentialgleichungen

| Kategorie  | Inhalt  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
|--|---|-------------|---------|--|---------|----------------|---------|--|---------|----------------------|----------|
| Modulbezeichnung (englisch)  | Distributions and Partial Differential Equations  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Leistungspunkte  | 6   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Modulverantwortlich  | MNF/IfMA/Analysis: Differenzialgleichung  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner                                   | Prof. Dr. Michael Dreher  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Sprache  | Deutsch   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zulassungsbeschränkung   | keine   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Modulniveau  | Masterstudiengang - grundlagenorientiert  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zwingende Teilnahmevoraussetzung   | keine   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Empfohlene Teilnahmevoraussetzung  | keine   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zuordnung zu Curricula   | B.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>B.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 14.07.2022  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Dauer des Moduls   | 1 Semester  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Beginn/ Angebotsturnus   | Sommersemester  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lern- und Qualifikationsziele  | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• können mit Distributionen mathematisch korrekt umgehen,</li> <li>• können unterschiedliche Methoden zur Lösung von partiellen Differentialgleichungen einsetzen,</li> <li>• kennen Lösbarkeitssätze für einige wichtige Aufgaben der mathematischen Physik,</li> <li>• können die erworbenen Kenntnisse auf physikalische Fragestellungen anwenden.</li> </ul>  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lehrinhalte  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Distributionen: reguläre und singuläre Distributionen, Differentiation von Distributionen, Faltung, Fouriertransformation temperierter Distributionen, Sobolevräume</li> <li>• Partielle Differentialgleichungen: Quasilineare Differentialgleichungen 1. Ordnung, lineare partielle Differentialgleichungen 2. Ordnung, Eigenschaften harmonischer Funktionen, Randwertaufgaben für die Laplace-Gleichung, Anfangswertaufgaben und Randanfangswertaufgaben für Diffusions- und Wellengleichung</li> </ul> |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Literatur  | Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lehrveranstaltungen  | <table border="0"> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>4 SWS</td> </tr> <tr> <td>Übung</td> <td>2 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>6 SWS</td> </tr> </table>   | Vorlesung   | 4 SWS   | Übung                                    | 2 SWS   | Gesamt         | 6 SWS   |  |         |                      |          |
| Vorlesung  | 4 SWS   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Übung  | 2 SWS   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Gesamt   | 6 SWS   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lernformen   | Literaturstudium, Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Arbeitsaufwand für Studierende   | <table border="0"> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>90 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>50 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td>20 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>20 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>180 Std.</td> </tr> </table>   | Präsenzzeit | 90 Std. | Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit | 50 Std. | Übungsaufgaben | 20 Std. | Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung | 20 Std. | Gesamtarbeitsaufwand | 180 Std. |
| Präsenzzeit  | 90 Std.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit                                   | 50 Std.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Übungsaufgaben   | 20 Std.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung                         | 20 Std.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Gesamtarbeitsaufwand   | 180 Std.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsvorleistungen  | Lösen von 50% der geforderten Übungsaufgaben  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss | Prüfungsleistung: Klausur (120 Minuten) oder Mündliche Prüfung (30 Minuten)<br>Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Regelprüfungstermin  | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |

| Kategorie   | Inhalt   |
|-------------|--|
| Bewertung   | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |
| Hinweise    | Die Ziele und Inhalte dieses Moduls ergeben sich aus einem entsprechenden Modul des Studiengangs B.Sc. Physik.<br>Die Klausur kann gemäß RPO auch als Multiple-Choice-Prüfung, E-Klausur oder Hausklausur abgelegt werden. Die Prüfungsform ist spätestens in der zweiten Vorlesungswoche durch die Prüfperson bekanntzugeben. |
| Modulnummer | 2150940  |

# Dynamische Systeme

| Kategorie                                | Inhalt  |
|--|---|
| Modulbezeichnung (englisch)              | Dynamical Systems   |
| Leistungspunkte                          | 6   |
| Modulverantwortlich                      | MNF/Institut für Mathematik (IfMA)  |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner | Prof. Dr. Jens Starke   |
| Sprache                                  | Deutsch oder Englisch   |
| Zulassungsbeschränkung                   | keine   |
| Modulniveau                              | Bachelorstudiengang - weiterführend   |
| Zwingende Teilnahmevoraus-<br>setzung    | keine   |
| Empfohlene Teilnahmevoraus-<br>setzung   | Kenntnisse in Analysis und Lineare Algebra aus einem Mathematik-Studium, naturwissenschaftlichen Studium oder ingenieurwissenschaftlichen Studium.  |
| Zuordnung zu Curricula                   | B.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>B.Sc. Physik 14.07.2022<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 14.07.2022   |
| Dauer des Moduls                         | 1 Semester  |
| Beginn/ Angebotsturnus                   | unregelmäßig  |
| Lern- und Qualifikationsziele            | Die Studierenden sind in der Lage <ul style="list-style-type: none"> <li>• einfache natur- und ingenieurwissenschaftliche Problemstellungen mathematisch mit dynamischen Systemen zu modellieren,</li> <li>• vorgegebene Modelle mit Methoden dynamischer Systeme zu untersuchen,</li> <li>• Stabilitätseigenschaften nichtlinearer dynamischer Systeme zu untersuchen, z.B. durch Linearisierung und Anwendung des Satzes von Hartman und Grobman oder durch Verwendung geeigneter Lyapunov-Funktionen,</li> <li>• lokale Lösungseigenschaften durch das Studium invarianter Mannigfaltigkeiten analytisch und numerisch zu verstehen,</li> <li>• eine Dimensionsreduktion mit einer Zentrumsmannigfaltigkeitenreduktion (in Physik und Ingenieurwissenschaften als adiabatische Elimination oder Versklavungsprinzip bekannt) durchzuführen,</li> <li>• globale Lösungseigenschaften zu bestimmen (z.B. periodische Lösungen mit Poincare-Abbildungen zu untersuchen),</li> <li>• spezielle Typen partieller Differenzialgleichungen (hauptsächlich Reaktionsdiffusions-Systeme) bezüglich traveling-wave-Lösungen zu untersuchen,</li> <li>• Bifurkationspunkte zu definieren, untersuchen und klassifizieren,</li> <li>• ihre Ergebnisse in der Übungsgruppe vorzustellen und mathematische Sachverhalte zu kommunizieren.</li> </ul> |

| Kategorie  | Inhalt   |                               |   |  |   |                |         |  |         |                      |          |
|--|--|-------------------------------|---|--|---|----------------|---------|--|---------|----------------------|----------|
| Lehrinhalte  | <p>Zunächst werden in einer kurzen Übersicht Kenntnisse aus dem Bereich gewöhnlicher Differentialgleichungen wiederholt, sowie einfache Grundlagen diskreter und kontinuierlicher dynamischer Systeme vorgestellt. Der Hauptteil der Vorlesung wird sich mit modernen analytischen und numerischen Methoden zur Untersuchung konkreter kontinuierlicher Systeme aus Natur- und Ingenieurwissenschaften beschäftigen. Insbesondere werden qualitative Aussagen über das Langzeitverhalten nichtlinearer Probleme gemacht und die Abhängigkeit des Lösungsverhaltens von Parametern (Verzweigungs- oder Bifurkationstheorie) untersucht. Unter anderem geht es dabei um die Theorie invarianter Mannigfaltigkeiten, Verzweigung zu periodischen Lösungen und chaotisches Verhalten. Konkrete numerische Berechnungen werden die Theorie begleiten. Die Anwendungsbeispiele reichen von klassischer Mechanik bis zur Musterbildung in physikalischen, chemischen und biologischen Systemen.</p> <p>Neben der Vertiefung der Theorie wird innerhalb der in der Vorlesung integrierten Übungen die auf Matrixoperationen basierte Programmiersprache MATLAB zur numerischen Lösung konkreter Problemstellungen verwendet.</p> |                               |   |  |   |                |         |  |         |                      |          |
| Literatur  | Literaturhinweise werden in der Vorlesung gegeben  |                               |   |  |   |                |         |  |         |                      |          |
| Lehrveranstaltungen  | <table border="0"> <tr> <td>Integrierte Lehrveranstaltung</td> <td>4 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>4 SWS</td> </tr> </table>   | Integrierte Lehrveranstaltung | 4 SWS   | Gesamt                                   | 4 SWS   |                |         |  |         |                      |          |
| Integrierte Lehrveranstaltung  | 4 SWS  |                               |   |  |   |                |         |  |         |                      |          |
| Gesamt   | 4 SWS  |                               |   |  |   |                |         |  |         |                      |          |
| Lernformen   | begleitendes Literaturstudium, integrierte Übungsanteile einschließlich der Bearbeitung von Programmieraufgaben  |                               |   |  |   |                |         |  |         |                      |          |
| Arbeitsaufwand für Studierende   | <table border="0"> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>30 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td>30 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>180 Std.</td> </tr> </table>  | Präsenzzeit                   | 60 Std.   | Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit | 30 Std.   | Übungsaufgaben | 30 Std. | Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung | 60 Std. | Gesamtarbeitsaufwand | 180 Std. |
| Präsenzzeit  | 60 Std.  |                               |   |  |   |                |         |  |         |                      |          |
| Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit                                   | 30 Std.  |                               |   |  |   |                |         |  |         |                      |          |
| Übungsaufgaben   | 30 Std.  |                               |   |  |   |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung                         | 60 Std.  |                               |   |  |   |                |         |  |         |                      |          |
| Gesamtarbeitsaufwand   | 180 Std.   |                               |   |  |   |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsvorleistungen  | Präsentation von zwei Übungsaufgaben   |                               |   |  |   |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss | <table border="0"> <tr> <td>Prüfungsleistung:</td> <td>Klausur (120 Minuten) oder Mündliche Prüfung (25 Minuten)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.</td> </tr> </table>   | Prüfungsleistung:             | Klausur (120 Minuten) oder Mündliche Prüfung (25 Minuten) |  | Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche. |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsleistung:  | Klausur (120 Minuten) oder Mündliche Prüfung (25 Minuten)  |                               |   |  |   |                |         |  |         |                      |          |
|  | Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.  |                               |   |  |   |                |         |  |         |                      |          |
| Regelprüfungstermin  | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |                               |   |  |   |                |         |  |         |                      |          |
| Bewertung  | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |                               |   |  |   |                |         |  |         |                      |          |
| Hinweise   | Die Klausur kann gemäß RPO auch als Multiple-Choice-Prüfung, E-Klausur oder Hausklausur abgelegt werden. Die Prüfungsform ist spätestens in der zweiten Vorlesungswoche durch die Prüfperson bekanntzugeben.   |                               |   |  |   |                |         |  |         |                      |          |
| Modulnummer  | 2101130  |                               |   |  |   |                |         |  |         |                      |          |

# Einführung in die Darstellungstheorie

| Kategorie  | Inhalt  |
|--|---|
| Modulbezeichnung (englisch)  | Introduction to Representation Theory   |
| Leistungspunkte  | 3   |
| Modulverantwortlich  | MNF/IfMA/Geometrie  |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner   | Dr. Frieder Ladisch,<br>Prof. Dr. Achill Schürmann  |
| Sprache  | Deutsch   |
| Zulassungsbeschränkung   | keine   |
| Modulniveau  | Masterstudiengang - weiterführend<br>Staatsexamen - spezialisierend   |
| Zwingende Teilnahmevoraus-<br>setzung  | keine   |
| Empfohlene Teilnahmevoraus-<br>setzung   | Kenntnisse aus der linearen und multilinearen Algebra   |
| Zuordnung zu Curricula   | LA Gym Mathematik 14.07.2022<br>M.Ed. (2 Fach) Mathematik 31.07.2023<br>M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 14.07.2022<br>M.A. Wirtschaftspädagogik 31.07.2023  |
| Dauer des Moduls   | 1 Semester  |
| Beginn/ Angebotsturnus   | unregelmäßig  |
| Lern- und Qualifikationsziele  | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen Beziehungen zwischen gruppentheoretischen und charaktertheoretischen Eigenschaften,</li> <li>• können Charaktertafeln endlicher Gruppen aufstellen,</li> <li>• nutzen Symmetrien zum Lösen von Problemen.</li> </ul> |
| Lehrinhalte  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Darstellungen endlicher Gruppen und ihre Charaktere</li> <li>• Irreduzible Charaktere und Orthogonalitätsrelationen</li> <li>• Darstellungstheorie spezieller Gruppen</li> </ul>   |
| Literatur  | Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben   |
| Lehrveranstaltungen  | Integrierte Lehrveranstaltung 2 SWS<br>Gesamt 2 SWS   |
| Lernformen   | Literaturstudium, Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium   |
| Arbeitsaufwand für Studierende   | Präsenzzeit 30 Std.<br>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit 30 Std.<br>Übungsaufgaben 15 Std.<br>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung 15 Std.<br>Gesamtarbeitsaufwand 90 Std.   |
| Prüfungsvorleistungen  | keine   |
| Prüfungsleistungen/ Vorausset-<br>zungen für einen erfolgreichen<br>Modulabschluss | Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder<br>Mündliche Prüfung (20 Minuten)<br>Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten<br>Vorlesungswoche.   |
| Regelprüfungstermin  | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs-<br>und Studienordnung.  |
| Bewertung  | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studien-<br>ordnung.  |
| Hinweise   | Die Klausur kann gemäß RPO auch als Multiple-Choice-Prüfung, E-Klausur oder<br>Hausklausur abgelegt werden. Die Prüfungsform ist spätestens in der zweiten<br>Vorlesungswoche durch die Prüfperson bekanntzugeben.  |
| Modulnummer  | 2151030   |

# Einführung in die Konvexe und Diskrete Geometrie

| Kategorie  | Inhalt   |
|--|--|
| Modulbezeichnung (englisch)  | Introduction to Convex and Discrete Geometry   |
| Leistungspunkte  | 6  |
| Modulverantwortlich  | MNF/IfMA/Geometrie   |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner                                   | Dr. Frieder Ladisch,<br>Prof. Dr. Achill Schürmann   |
| Sprache  | Deutsch  |
| Zulassungsbeschränkung   | keine  |
| Modulniveau  | Masterstudiengang - grundlagenorientiert<br>Staatsexamen - spezialisierend   |
| Zwingende Teilnahmevoraussetzung   | keine  |
| Empfohlene Teilnahmevoraussetzung  | Grundkenntnisse der Analysis und Kenntnisse aus „Lineare und multilineare Algebra“   |
| Zuordnung zu Curricula   | LA Gym Mathematik 14.07.2022<br>M.Ed. (2 Fach) Mathematik 31.07.2023<br>M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 14.07.2022<br>M.A. Wirtschaftspädagogik 31.07.2023   |
| Dauer des Moduls   | 1 Semester   |
| Beginn/ Angebotsturnus   | unregelmäßig   |
| Lern- und Qualifikationsziele  | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen Konzepte und Anwendungen der Konvexgeometrie und der Diskreten Geometrie,</li> <li>• verstehen Zusammenhänge zu anderen Disziplinen wie den Datenwissenschaften und der Mathematischen Optimierung</li> <li>• erlernen Fähigkeiten für weiterführende Arbeiten in der computerorientierten und algorithmischen Mathematik</li> </ul>  |
| Lehrinhalte  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassische Sätze der Konvexgeometrie</li> <li>• Konstruktionen und Sätze der Polyedertheorie</li> <li>• Konvexe Kegel und Grundlagen der konischen konvexen Optimierung</li> <li>• Hausdorff-Metrik und Auswahlssatz von Blaschke</li> <li>• Zerlegungen, Gemischte Volumina und Satz von Brunn-Minkowski</li> <li>• Gitterpunkte in konvexen Körpern, Sätze von Minkowski und Ehrhart</li> <li>• Aktuelle Themen und Anwendungen Konvexer und Diskreter Geometrie</li> </ul> |
| Literatur  | Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.   |
| Lehrveranstaltungen  | Integrierte Lehrveranstaltung 4 SWS<br>Gesamt 4 SWS  |
| Lernformen   | Literaturstudium, Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium  |
| Arbeitsaufwand für Studierende   | Präsenzzeit 60 Std.<br>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit 60 Std.<br>Übungsaufgaben 30 Std.<br>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung 30 Std.<br>Gesamtarbeitsaufwand 180 Std.   |
| Prüfungsvorleistungen  | Erreichen von mindestens 50 % der Punkte beim Lösen der Pflichtaufgaben.   |
| Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss | Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder Mündliche Prüfung (20 Minuten)<br>Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.  |
| Regelprüfungstermin  | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |
| Bewertung  | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |



| Kategorie   | Inhalt  |
|-------------|---|
| Hinweise    | <p>Das Modul richtet sich auch an Bachelor-Studierende, die eine Abschlussarbeit in der Geometrie schreiben wollen.</p> <p>Die Klausur kann gemäß RPO auch als Multiple-Choice-Prüfung, E-Klausur oder Hausklausur abgelegt werden. Die Prüfungsform ist spätestens in der zweiten Vorlesungswoche durch die Prüfperson bekanntzugeben.</p> |
| Modulnummer | 2150970   |

# Elementare partielle Differentialgleichungen

| Kategorie  | Inhalt   |             |         |  |         |  |         |                      |          |
|--|--|-------------|---------|--|---------|--|---------|----------------------|----------|
| Modulbezeichnung (englisch)  | Elementary Partial Differential Equations  |             |         |  |         |  |         |                      |          |
| Leistungspunkte  | 6  |             |         |  |         |  |         |                      |          |
| Modulverantwortlich  | MNF/IfMA/Analysis: Angewandte Analysis   |             |         |  |         |  |         |                      |          |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner                                   | Prof. Dr. Peter Takác Ph.D.  |             |         |  |         |  |         |                      |          |
| Sprache  | Deutsch  |             |         |  |         |  |         |                      |          |
| Zulassungsbeschränkung   | keine  |             |         |  |         |  |         |                      |          |
| Modulniveau  | Masterstudiengang - grundlagenorientiert   |             |         |  |         |  |         |                      |          |
| Zwingende Teilnahmevoraussetzung   | keine  |             |         |  |         |  |         |                      |          |
| Empfohlene Teilnahmevoraussetzung  | Kenntnisse und Kompetenzen auf dem Niveau des Moduls Funktionalanalysis  |             |         |  |         |  |         |                      |          |
| Zuordnung zu Curricula   | M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 14.07.2022   |             |         |  |         |  |         |                      |          |
| Dauer des Moduls   | 1 Semester   |             |         |  |         |  |         |                      |          |
| Beginn/ Angebotsturnus   | unregelmäßig   |             |         |  |         |  |         |                      |          |
| Lern- und Qualifikationsziele  | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Eigenschaften partieller Differentialgleichungen und können diese tiefgehend und analytisch beschreiben,</li> <li>• sind befähigt analytische Untersuchungen von Existenz, Eindeutigkeit und anderen Eigenschaften von Lösungen partieller Differentialgleichungen durchzuführen.</li> </ul>  |             |         |  |         |  |         |                      |          |
| Lehrinhalte  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lineare partielle Differentialgleichungen 1. Ordnung</li> <li>• Wellengleichung</li> <li>• Wärmeleitungsgleichung</li> <li>• Fouriemethode für Rand- und Rand-Anfangswertaufgaben in speziellen Gebieten</li> <li>• Eigenschaften der Wärmeleitungsgleichung in Lebesgueräumen</li> <li>• das Maximumprinzip für elliptische und parabolische Gleichungen mit dem Laplace-Operator</li> <li>• Sobolevräume und schwache Lösungen elliptischer und parabolischer Gleichungen mit dem Laplace-Operator in höheren Raumdimensionen (<math>&gt; 1</math>).</li> </ul> |             |         |  |         |  |         |                      |          |
| Literatur  | Drabek, Holubova: Elements of Partial Differential Equations, de Gruyter, 2007<br>Arendt, Urban: Partielle Differenzialgleichungen, Springer, 2010   |             |         |  |         |  |         |                      |          |
| Lehrveranstaltungen  | <table border="0"> <tr> <td>Übung</td> <td>1 SWS</td> </tr> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>3 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>4 SWS</td> </tr> </table>  | Übung       | 1 SWS   | Vorlesung                                | 3 SWS   | Gesamt   | 4 SWS   |                      |          |
| Übung  | 1 SWS  |             |         |  |         |  |         |                      |          |
| Vorlesung  | 3 SWS  |             |         |  |         |  |         |                      |          |
| Gesamt   | 4 SWS  |             |         |  |         |  |         |                      |          |
| Lernformen   | Literaturstudium, Selbststudium, Übungsaufgaben  |             |         |  |         |  |         |                      |          |
| Arbeitsaufwand für Studierende   | <table border="0"> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>80 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>40 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>180 Std.</td> </tr> </table>  | Präsenzzeit | 60 Std. | Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit | 80 Std. | Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung | 40 Std. | Gesamtarbeitsaufwand | 180 Std. |
| Präsenzzeit  | 60 Std.  |             |         |  |         |  |         |                      |          |
| Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit                                   | 80 Std.  |             |         |  |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung                         | 40 Std.  |             |         |  |         |  |         |                      |          |
| Gesamtarbeitsaufwand   | 180 Std.   |             |         |  |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsvorleistungen  | keine  |             |         |  |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss | Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder Mündliche Prüfung (20 Minuten)<br>Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.  |             |         |  |         |  |         |                      |          |
| Regelprüfungstermin  | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |             |         |  |         |  |         |                      |          |
| Bewertung  | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |             |         |  |         |  |         |                      |          |

| Kategorie   | Inhalt   |
|-------------|--|
| Hinweise    | Die Klausur kann gemäß RPO auch als Multiple-Choice-Prüfung, E-Klausur oder Hausklausur abgelegt werden. Die Prüfungsform ist spätestens in der zweiten Vorlesungswoche durch die Prüfperson bekanntzugeben. |
| Modulnummer | 2151040  |

# Endliche Automaten

| Kategorie  | Inhalt  |
|--|---|
| Modulbezeichnung (englisch)  | Finite State-Machines   |
| Leistungspunkte  | 3   |
| Modulverantwortlich  | MNF/IfMA/Diskrete Mathematik  |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner   | Prof. Dr. Jan-Christoph Schlage-Puchta  |
| Sprache  | Deutsch oder Englisch   |
| Zulassungsbeschränkung   | keine   |
| Modulniveau  | Masterstudiengang - spezialisierend   |
| Zwingende Teilnahmevoraus-<br>setzung  | Kenntnisse auf dem Niveau des Moduls Lineare Algebra 2: Lineare und multilineare Algebra  |
| Empfohlene Teilnahmevoraus-<br>setzung   | Kenntnisse und Fertigkeiten ungefähr auf dem Niveau des Moduls Algebra  |
| Zuordnung zu Curricula   | B.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>B.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 14.07.2022   |
| Dauer des Moduls   | 1 Semester  |
| Beginn/ Angebotsturnus   | unregelmäßig im Sommersemester  |
| Lern- und Qualifikationsziele  | Die Studierenden: <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen das Konzept endlicher Automaten und ihrer Anwendungen,</li> <li>• verstehen den Zusammenhang zwischen endlichen Automaten und regulären Ausdrücken,</li> <li>• können reale Probleme durch endliche Automaten und Temporallogik ausdrücken,</li> <li>• verstehen kombinatorische und algebraische Beschreibungen automatischer Folgen.</li> </ul> |
| Lehrinhalte  | 1. Endliche Automaten und verwandte Berechenbarkeitsbegriffe;<br>2. Charakterisierungen automatischer Folgen;<br>3. Temporale logische Operatoren und Temporallogiken;  |
| Literatur  | Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben   |
| Lehrveranstaltungen  | Vorlesung 2 SWS<br>Gesamt 2 SWS   |
| Lernformen   | Literaturstudium, Selbststudium   |
| Arbeitsaufwand für Studierende   | Präsenzzeit 30 Std.<br>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit 30 Std.<br>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung 30 Std.<br>Gesamtarbeitsaufwand 90 Std.   |
| Prüfungsvorleistungen  | keine   |
| Prüfungsleistungen/ Vorausset-<br>zungen für einen erfolgreichen<br>Modulabschluss | Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung (20 Minuten)  |
| Regelprüfungstermin  | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.   |
| Bewertung  | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.   |
| Hinweise   | Findet jedes zweite Sommersemester statt.   |
| Modulnummer  | 2150930   |

# Endliche Körper

| Kategorie  | Inhalt  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
|--|---|-------------|---------|--|---------|----------------|---------|--|---------|----------------------|----------|
| Modulbezeichnung (englisch)  | Finite Fields   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Leistungspunkte  | 6   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Modulverantwortlich  | MNF/IfMA/Diskrete Mathematik  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner   | Prof. Dr. Gohar Kyureghyan  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Sprache  | Deutsch oder Englisch   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zulassungsbeschränkung   | keine   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Modulniveau  | Bachelorstudiengang - spezialisierend   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zwingende Teilnahmevoraus-<br>setzung  | keine   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Empfohlene Teilnahmevoraus-<br>setzung   | Kenntnisse und Fertigkeiten ungefähr auf dem Niveau der Module Lineare Algebra 1: Einführung in die Lineare Algebra, Lineare Algebra 2: Lineare und multilineare Algebra, Algebra.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zuordnung zu Curricula   | B.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>B.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 14.07.2022  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Dauer des Moduls   | 1 Semester  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Beginn/ Angebotsturnus   | unregelmäßig  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lern- und Qualifikationsziele  | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen theoretische Grundlagen endlicher Körper,</li> <li>• verstehen und beherrschen algebraische und kombinatorische Methoden der Untersuchung endlicher Körper,</li> <li>• können sich selbstständig mathematisches Wissen aus dem Gebiet aneignen,</li> <li>• können Übungsaufgaben kreativ und innovativ lösen,</li> <li>• können Ergebnisse und eigene Lösungswege einem fachkundigen Auditorium präsentieren.</li> </ul> |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lehrinhalte  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen: Struktur und Arithmetik;</li> <li>• Irreduzible und linearisierte Polynome;</li> <li>• Spezielle Abbildungen: Trace, Permutationen, lineare und nicht-lineare Abbildungen</li> </ul>   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Literatur  | Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lehrveranstaltungen  | <table border="0"> <tr> <td>Übung</td> <td>1 SWS</td> </tr> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>3 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>4 SWS</td> </tr> </table>   | Übung       | 1 SWS   | Vorlesung                                | 3 SWS   | Gesamt         | 4 SWS   |  |         |                      |          |
| Übung  | 1 SWS   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Vorlesung  | 3 SWS   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Gesamt   | 4 SWS   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lernformen   | Literaturstudium, Lösen und Präsentieren von Übungsaufgaben, Selbststudium  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Arbeitsaufwand für Studierende   | <table border="0"> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>55 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td>20 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>45 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>180 Std.</td> </tr> </table>   | Präsenzzeit | 60 Std. | Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit | 55 Std. | Übungsaufgaben | 20 Std. | Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung | 45 Std. | Gesamtarbeitsaufwand | 180 Std. |
| Präsenzzeit  | 60 Std.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit   | 55 Std.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Übungsaufgaben   | 20 Std.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung                                 | 45 Std.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Gesamtarbeitsaufwand   | 180 Std.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsvorleistungen  | keine   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsleistungen/ Vorausset-<br>zungen für einen erfolgreichen<br>Modulabschluss | Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung (25 Minuten)  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Regelprüfungstermin  | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Bewertung  | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Hinweise   | keine   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Modulnummer  | 2100880   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |

## Endliche Körper und ihre Anwendungen: Ausgewählte Themen

| Kategorie  | Inhalt   |
|--|--|
| Modulbezeichnung (englisch)  | Finite Fields and Their Applications: Selected Topics  |
| Leistungspunkte  | 3  |
| Modulverantwortlich  | MNF/IfMA/Diskrete Mathematik   |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner                                   | Prof. Dr. Gohar Kyureghyan   |
| Sprache  | Deutsch oder Englisch  |
| Zulassungsbeschränkung   | keine  |
| Modulniveau  | Masterstudiengang - spezialisierend  |
| Zwingende Teilnahmevoraussetzung   | Kenntnisse auf dem Niveau der Module Lineare Algebra 1: Einführung in die Lineare Algebra, Lineare Algebra 2: Lineare und multilineare Algebra   |
| Empfohlene Teilnahmevoraussetzung  | Kenntnisse und Fertigkeiten ungefähr auf dem Niveau der Module Algebra oder Endliche Körper  |
| Zuordnung zu Curricula   | M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 14.07.2022   |
| Dauer des Moduls   | 1 Semester   |
| Beginn/ Angebotsturnus   | unregelmäßig   |
| Lern- und Qualifikationsziele  | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen fortgeschrittene theoretische Grundlagen sowie Anwendungen der endlichen Körper,</li> <li>• beherrschen algebraische und kombinatorische Methoden der Untersuchung endlicher Körper,</li> <li>• können sich selbstständig mathematisches Wissen aus dem Gebiet aneignen,</li> <li>• können Übungsaufgaben kreativ und innovativ lösen,</li> <li>• können Ergebnisse und eigene Lösungswege einem fachkundigen Auditorium präsentieren.</li> </ul> |
| Lehrinhalte  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• fortgeschrittene theoretische Grundlagen;</li> <li>• spezielle Abbildungen und Polynome;</li> <li>• Anwendungen in Codierungstheorie, Kombinatorik und Kryptologie</li> </ul>   |
| Literatur  | Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.   |
| Lehrveranstaltungen  | Integrierte Lehrveranstaltung 2 SWS<br>Gesamt 2 SWS  |
| Lernformen   | Literaturstudium, Lösen und Präsentieren von Übungsaufgaben, Selbststudium   |
| Arbeitsaufwand für Studierende   | Präsenzzeit 30 Std.<br>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit 25 Std.<br>Übungsaufgaben 10 Std.<br>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung 25 Std.<br>Gesamtarbeitsaufwand 90 Std.  |
| Prüfungsvorleistungen  | keine  |
| Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss | Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung (20 Minuten)   |
| Regelprüfungstermin  | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |
| Bewertung  | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |
| Hinweise   | keine  |
| Modulnummer  | 2150980  |

# Evolutionsgleichungen - Diffusion und Wellen

| Kategorie                                | Inhalt   |       |       |           |       |        |       |
|--|--|-------|-------|-----------|-------|--------|-------|
| Modulbezeichnung (englisch)              | Evolution Equations - Diffusion and Waves  |       |       |           |       |        |       |
| Leistungspunkte                          | 6  |       |       |           |       |        |       |
| Modulverantwortlich                      | MNF/IfMA/Analysis: Angewandte Analysis   |       |       |           |       |        |       |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner | Prof. Dr. Peter Takác Ph.D.  |       |       |           |       |        |       |
| Sprache                                  | Deutsch  |       |       |           |       |        |       |
| Zulassungsbeschränkung                   | keine  |       |       |           |       |        |       |
| Modulniveau                              | Masterstudiengang - spezialisierend  |       |       |           |       |        |       |
| Zwingende Teilnahmevoraus-<br>setzung    | keine  |       |       |           |       |        |       |
| Empfohlene Teilnahmevoraus-<br>setzung   | Kenntnisse und Kompetenzen auf den Gebieten Funktionalanalysis und Partielle Differentialgleichungen.  |       |       |           |       |        |       |
| Zuordnung zu Curricula                   | M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>M.Sc. Mathematik 15.07.2019<br>M.Sc. Mathematik 26.09.2018<br>M.Sc. Mathematik 27.05.2015<br>M.Sc. Mathematik<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 15.07.2019<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 26.09.2018<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 27.05.2015<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik   |       |       |           |       |        |       |
| Dauer des Moduls                         | 1 Semester   |       |       |           |       |        |       |
| Beginn/ Angebotsturnus                   | unregelmäßig   |       |       |           |       |        |       |
| Lern- und Qualifikationsziele            | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind mit modernen Methoden der Operatorentheorie für Evolutionsgleichungen vertraut</li> <li>• sind befähigt, evolutionäre Prozesse (mit Zeit-Abhängigkeit) mittels mathematischer (analytischer) Werkzeuge zu modellieren und zu untersuchen</li> </ul>   |       |       |           |       |        |       |
| Lehrinhalte                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lösungsmethoden für autonome lineare Systeme gewöhnlicher Differentialgleichungen mittels der Exponentialfunktion, Theorie von stetigen Matrizen-Halbgruppen</li> <li>• Lösungsmethoden für abstrakte autonome lineare Differentialgleichungen in Banachräumen mit einem beschränkten Generator, Theorie der gleichmäßig stetigen Operator-Halbgruppen</li> <li>• Spektraltheorie für abgeschlossene lineare Operatoren</li> <li>• Lösungsmethoden für abstrakte autonome lineare Differentialgleichungen in Banachräumen mit einem abgeschlossenen (unbeschränkten) Generator,</li> <li>• stark stetige Operator-Halbgruppen, Eigenschaften des Generators und seiner Resolventen</li> <li>• Satz von Hille und Yosida</li> <li>• Anwendung auf die Diffusions-, Schrödinger- und Wellengleichung</li> </ul> |       |       |           |       |        |       |
| Literatur                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• K.-J. Engel und R. Nagel: One-parameter Semigroups for Linear Evolutions Equations, Springer-Verlag, 2001.</li> <li>• A. Pazy: Semigroups of Linear Operators and Applications to Partial Differential Equations, Springer-Verlag, 1983.</li> <li>• L. Craig Evans: Partial Differential Equations, A.M.S., 1998.</li> </ul>  |       |       |           |       |        |       |
| Lehrveranstaltungen                      | <table border="0"> <tr> <td>Übung</td> <td>1 SWS</td> </tr> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>3 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>4 SWS</td> </tr> </table>  | Übung | 1 SWS | Vorlesung | 3 SWS | Gesamt | 4 SWS |
| Übung                                    | 1 SWS  |       |       |           |       |        |       |
| Vorlesung                                | 3 SWS  |       |       |           |       |        |       |
| Gesamt                                   | 4 SWS  |       |       |           |       |        |       |

| Kategorie  | Inhalt   |          |
|--|--|----------|
| Lernformen   | Literaturstudium, Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium  |          |
| Arbeitsaufwand für Studierende   | Präsenzzeit  | 60 Std.  |
|  | Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit   | 60 Std.  |
|  | Übungsaufgaben   | 20 Std.  |
|  | Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung   | 40 Std.  |
|  | Gesamtarbeitsaufwand   | 180 Std. |
| Prüfungsvorleistungen  | keine  |          |
| Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss | Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder Mündliche Prüfung (20 Minuten)<br>Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.  |          |
| Regelprüfungstermin  | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |          |
| Bewertung  | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |          |
| Hinweise   | Die Klausur kann gemäß RPO auch als Multiple-Choice-Prüfung, E-Klausur oder Hausklausur abgelegt werden. Die Prüfungsform ist spätestens in der zweiten Vorlesungswoche durch die Prüfperson bekanntzugeben. |          |
| Modulnummer  | 2150040  |          |



# Fourier- und Waveletmethoden

| Kategorie  | Inhalt  |                   |   |  |  |  |         |                      |         |
|--|---|-------------------|---|--|--|--|---------|----------------------|---------|
| Modulbezeichnung (englisch)  | Fourier- and Wavelet Methods  |                   |   |  |  |  |         |                      |         |
| Leistungspunkte  | 3   |                   |   |  |  |  |         |                      |         |
| Modulverantwortlich  | MNF/Institut für Mathematik (IfMA)  |                   |   |  |  |  |         |                      |         |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner   | Prof. Dr. Manfred Tasche  |                   |   |  |  |  |         |                      |         |
| Sprache  | Deutsch   |                   |   |  |  |  |         |                      |         |
| Zulassungsbeschränkung   | keine   |                   |   |  |  |  |         |                      |         |
| Modulniveau  | Masterstudiengang - spezialisierend   |                   |   |  |  |  |         |                      |         |
| Zwingende Teilnahmevoraus-<br>setzung  | keine   |                   |   |  |  |  |         |                      |         |
| Empfohlene Teilnahmevoraus-<br>setzung   | Kenntnisse auf dem Gebiet der Numerischen Mathematik  |                   |   |  |  |  |         |                      |         |
| Zuordnung zu Curricula   | B.Sc. Mathematik<br>M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>M.Sc. Mathematik 15.07.2019<br>M.Sc. Mathematik 26.09.2018<br>M.Sc. Mathematik 27.05.2015<br>M.Sc. Mathematik<br>M.Sc. Visual Computing<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 15.07.2019<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 26.09.2018<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 27.05.2015   |                   |   |  |  |  |         |                      |         |
| Dauer des Moduls   | 1 Semester  |                   |   |  |  |  |         |                      |         |
| Beginn/ Angebotsturnus   | unregelmäßig  |                   |   |  |  |  |         |                      |         |
| Lern- und Qualifikationsziele  | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• können Probleme der digitalen Signal- und Bildverarbeitung lösen,</li> <li>• erwerben die Fähigkeit zur Verfahrensimplementierung auf einem Computer für einfache Modellprobleme,</li> <li>• verfügen über analytisches Hintergrundwissen zu den behandelten Methoden, um die Aspekte der Verfahrenswahl, deren Effizienz und Stabilität kritisch beurteilen zu können.</li> </ul>  |                   |   |  |  |  |         |                      |         |
| Lehrinhalte  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fourierreihen, trigonometrische Polynome (Eigenschaften, Konvergenz, Dirichlet-Kern)</li> <li>• diskrete Fourier-Transformation und schnelle Fourier-Transformation</li> <li>• Diskrete Faltungen</li> <li>• Orthogonale Skalierungsfunktionen und Multiskalenzerlegungen</li> <li>• Orthogonale Wavelets und Zerlegungs- sowie Rekonstruktionsalgorithmen</li> <li>• Anwendungen in der Signalverarbeitung und (Bild-)Datenkompression</li> </ul> |                   |   |  |  |  |         |                      |         |
| Literatur  | Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.  |                   |   |  |  |  |         |                      |         |
| Lehrveranstaltungen  | <table border="0"> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>2 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>2 SWS</td> </tr> </table>  | Vorlesung         | 2 SWS   | Gesamt                                   | 2 SWS  |  |         |                      |         |
| Vorlesung  | 2 SWS   |                   |   |  |  |  |         |                      |         |
| Gesamt   | 2 SWS   |                   |   |  |  |  |         |                      |         |
| Lernformen   | Literaturstudium, Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium   |                   |   |  |  |  |         |                      |         |
| Arbeitsaufwand für Studierende   | <table border="0"> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>30 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>40 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>20 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>90 Std.</td> </tr> </table>  | Präsenzzeit       | 30 Std.   | Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit | 40 Std.  | Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung | 20 Std. | Gesamtarbeitsaufwand | 90 Std. |
| Präsenzzeit  | 30 Std.   |                   |   |  |  |  |         |                      |         |
| Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit   | 40 Std.   |                   |   |  |  |  |         |                      |         |
| Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung                                 | 20 Std.   |                   |   |  |  |  |         |                      |         |
| Gesamtarbeitsaufwand   | 90 Std.   |                   |   |  |  |  |         |                      |         |
| Prüfungsvorleistungen  | keine   |                   |   |  |  |  |         |                      |         |
| Prüfungsleistungen/ Vorausset-<br>zungen für einen erfolgreichen<br>Modulabschluss | <table border="0"> <tr> <td>Prüfungsleistung:</td> <td>Klausur (60 Minuten) oder<br/>Mündliche Prüfung (20 Minuten)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten<br/>Vorlesungswoche.</td> </tr> </table>   | Prüfungsleistung: | Klausur (60 Minuten) oder<br>Mündliche Prüfung (20 Minuten) |  | Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten<br>Vorlesungswoche. |  |         |                      |         |
| Prüfungsleistung:  | Klausur (60 Minuten) oder<br>Mündliche Prüfung (20 Minuten)   |                   |   |  |  |  |         |                      |         |
|  | Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten<br>Vorlesungswoche.  |                   |   |  |  |  |         |                      |         |

| Kategorie           | Inhalt   |
|---------------------|--|
| Regelprüfungstermin | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |
| Bewertung           | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |
| Hinweise            | Die Klausur kann gemäß RPO auch als Multiple-Choice-Prüfung, E-Klausur oder Hausklausur abgelegt werden. Die Prüfungsform ist spätestens in der zweiten Vorlesungswoche durch die Prüfperson bekanntzugeben. |
| Modulnummer         | 2150610  |

# Funktionalanalysis

| Kategorie  | Inhalt  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
|--|---|-------------|---------|--|---------|----------------|---------|--|---------|----------------------|----------|
| Modulbezeichnung (englisch)                        | Functional Analysis   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Leistungspunkte                                    | 9   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Modulverantwortlich                                | MNF/Institut für Mathematik (IfMA)  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner           | Prof. Dr. Michael Dreher  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Sprache  | Deutsch   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zulassungsbeschränkung                             | keine   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Modulniveau  | Masterstudiengang - grundlagenorientiert  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zwingende Teilnahmevoraus-<br>setzung              | keine   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Empfohlene Teilnahmevoraus-<br>setzung             | keine   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zuordnung zu Curricula                             | B.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>B.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 14.07.2022  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Dauer des Moduls                                   | 1 Semester  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Beginn/ Angebotsturnus                             | Wintersemester  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lern- und Qualifikationsziele                      | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• haben ein Verständnis für die Analysis in unendlich-dimensionalen Vektorräumen entwickelt und haben erkannt, wie und warum sich diese von der Analysis im <math>\mathbb{R}^n</math> unterscheidet</li> <li>• kennen für die Anwendungen wichtige Funktionenräume</li> <li>• kennen funktionalanalytische Methoden, mit denen gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen behandelt werden</li> <li>• haben durch Präsentation ihrer Ergebnisse in der Übungsgruppe die Fertigkeiten vervollkommen, mathematische Sachverhalte zu kommunizieren.</li> </ul>  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lehrinhalte  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Topologische Räume</li> <li>• normierte Räume und lineare Operatoren, Riesz'sches Lemma</li> <li>• Skalarprodukte, Hilberträume, Gaußapproximation und Orthogonalisierungsverfahren, allgemeine Approximationsaufgabe, Orthogonalzerlegung, Darstellungssatz von Fréchet-Riesz, schwache Konvergenz, Spektralsatz für symmetrische kompakte Operatoren</li> <li>• Bairescher Kategoriensatz, Prinzip der gleichmäßigen Beschränktheit</li> <li>• Hahn-Banachsche Fortsetzungssätze, Trennungssätze</li> <li>• Prinzip der offenen Abbildung und Satz vom abgeschlossenen Graphen</li> <li>• Sobolevräume, Gagliardo-Nirenberg-Ungleichung, Poincaré-Ungleichung, elliptische Randwertprobleme</li> </ul> |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Literatur  | Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lehrveranstaltungen                                | <table border="0"> <tr> <td>Übung</td> <td>2 SWS</td> </tr> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>4 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>6 SWS</td> </tr> </table>   | Übung       | 2 SWS   | Vorlesung                                | 4 SWS   | Gesamt         | 6 SWS   |  |         |                      |          |
| Übung  | 2 SWS   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Vorlesung  | 4 SWS   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Gesamt   | 6 SWS   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lernformen   | Literaturstudium, Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium, Präsentationen   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Arbeitsaufwand für Studierende                     | <table border="0"> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>90 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>80 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td>40 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>270 Std.</td> </tr> </table>   | Präsenzzeit | 90 Std. | Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit | 80 Std. | Übungsaufgaben | 40 Std. | Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung | 60 Std. | Gesamtarbeitsaufwand | 270 Std. |
| Präsenzzeit  | 90 Std.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit           | 80 Std.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Übungsaufgaben                                     | 40 Std.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung | 60 Std.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Gesamtarbeitsaufwand                               | 270 Std.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsvorleistungen                              | Erreichen von mindestens 50 % der Punkte beim Lösen der Pflichtaufgaben   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |

| Kategorie  | Inhalt   |
|--|--|
| Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss | Prüfungsleistung: Klausur (120 Minuten) oder Mündliche Prüfung (30 Minuten)<br>Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.   |
| Regelprüfungstermin  | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |
| Bewertung  | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |
| Hinweise   | Die Klausur kann gemäß RPO auch als Multiple-Choice-Prüfung, E-Klausur oder Hausklausur abgelegt werden. Die Prüfungsform ist spätestens in der zweiten Vorlesungswoche durch die Prüfperson bekanntzugeben. |
| Modulnummer  | 2150950  |

# Funktionentheorie

| Kategorie                                | Inhalt  |       |       |           |       |        |       |
|--|---|-------|-------|-----------|-------|--------|-------|
| Modulbezeichnung (englisch)              | Function Theory   |       |       |           |       |        |       |
| Leistungspunkte                          | 6   |       |       |           |       |        |       |
| Modulverantwortlich                      | MNF/Institut für Mathematik (IfMA)  |       |       |           |       |        |       |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner | Prof. Dr. Peter Takác Ph.D.   |       |       |           |       |        |       |
| Sprache                                  | Deutsch   |       |       |           |       |        |       |
| Zulassungsbeschränkung                   | keine   |       |       |           |       |        |       |
| Modulniveau                              | Masterstudiengang - grundlagenorientiert  |       |       |           |       |        |       |
| Zwingende Teilnahmevoraus-<br>setzung    | keine   |       |       |           |       |        |       |
| Empfohlene Teilnahmevoraus-<br>setzung   | keine   |       |       |           |       |        |       |
| Zuordnung zu Curricula                   | B.Sc. Mathematik<br>LA Gym Mathematik 19.06.2014<br>M.Ed. (2 Fach) Mathematik 30.07.2020<br>M.Ed. (2 Fach) Mathematik 26.09.2017<br>M.Ed. (2 Fach) Mathematik 27.07.2016<br>M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>M.Sc. Mathematik 15.07.2019<br>M.Sc. Mathematik 26.09.2018<br>M.Sc. Mathematik 27.05.2015<br>M.Sc. Mathematik<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 15.07.2019<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 26.09.2018<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 27.05.2015<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik<br>M.A. Wirtschaftspädagogik 26.09.2017<br>M.A. Wirtschaftspädagogik 30.07.2014                    |       |       |           |       |        |       |
| Dauer des Moduls                         | 1 Semester  |       |       |           |       |        |       |
| Beginn/ Angebotsturnus                   | unregelmäßig  |       |       |           |       |        |       |
| Lern- und Qualifikationsziele            | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind mit wichtigsten Aussagen der Funktionentheorie vertraut,</li> <li>• können komplexe Funktionen in Taylor- bzw. Laurent-Reihen entwickelt, die Umlaufzahl bestimmen und Integrale mit Hilfe des Residuensatzes berechnen.</li> </ul>  |       |       |           |       |        |       |
| Lehrinhalte                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Komplexe Differenzierbarkeit, Cauchy-Riemannsche Differentialgleichungen</li> <li>• komplexe Potenzreihen und ihre komplexe Differenzierbarkeit</li> <li>• Wegintegrale und ihre Eigenschaften, Zyklen und Stammfunktionen</li> <li>• Lemma von Goursat und Cauchyscher Integralsatz</li> <li>• Cauchysche Integralformel, Entwicklung holomorpher Funktionen in Potenzreihen, Satz von Liouville, Identitätssatz</li> <li>• isolierte Singularitäten, Umlaufzahl und ihre Eigenschaften, Laurentreihen und Residuen</li> <li>• Allgemeiner Residuensatz und Berechnung von uneigentlichen Riemann-Integralen</li> </ul> |       |       |           |       |        |       |
| Literatur                                | Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.  |       |       |           |       |        |       |
| Lehrveranstaltungen                      | <table border="0"> <tr> <td>Übung</td> <td>1 SWS</td> </tr> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>3 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>4 SWS</td> </tr> </table>   | Übung | 1 SWS | Vorlesung | 3 SWS | Gesamt | 4 SWS |
| Übung                                    | 1 SWS   |       |       |           |       |        |       |
| Vorlesung                                | 3 SWS   |       |       |           |       |        |       |
| Gesamt                                   | 4 SWS   |       |       |           |       |        |       |
| Lernformen                               | Literaturstudium, Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium   |       |       |           |       |        |       |

| Kategorie  | Inhalt   |
|--|--|
| Arbeitsaufwand für Studierende   | Präsenzzeit 60 Std.  |
|  | Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit 60 Std.   |
|  | Übungsaufgaben 20 Std.   |
|  | Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung 40 Std.   |
|  | Gesamtarbeitsaufwand 180 Std.  |
| Prüfungsvorleistungen  | keine  |
| Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss | Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung (20 Minuten) oder Klausur (90 Minuten)<br>Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.  |
| Regelprüfungstermin  | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |
| Bewertung  | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |
| Hinweise   | Die Klausur kann gemäß RPO auch als Multiple-Choice-Prüfung, E-Klausur oder Hausklausur abgelegt werden. Die Prüfungsform ist spätestens in der zweiten Vorlesungswoche durch die Prüfperson bekanntzugeben. |
| Modulnummer  | 2150650  |

# Funktionentheorie und Hilbertraumtheorie

| Kategorie  | Inhalt   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
|--|--|-------------|---------|--|---------|----------------|---------|--|---------|----------------------|----------|
| Modulbezeichnung (englisch)  | Complex Analysis and Theory of Hilbert Spaces  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Leistungspunkte  | 6  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Modulverantwortlich  | MNF/IfMA/Analysis: Differenzialgleichung   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner                                   | Prof. Dr. Michael Dreher   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Sprache  | Deutsch  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zulassungsbeschränkung   | keine  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Modulniveau  | Bachelorstudiengang - weiterführend<br>Staatsexamen - spezialisierend  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zwingende Teilnahmevoraussetzung   | keine  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Empfohlene Teilnahmevoraussetzung  | keine  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zuordnung zu Curricula   | B.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>B.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>LA Gym Mathematik 14.07.2022<br>M.Ed. (2 Fach) Mathematik 31.07.2023<br>M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 14.07.2022<br>M.A. Wirtschaftspädagogik 31.07.2023   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Dauer des Moduls   | 1 Semester   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Beginn/ Angebotsturnus   | Wintersemester   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lern- und Qualifikationsziele  | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• haben Kenntnisse über die Grundbegriffe der Funktionentheorie und die Grundlagen der Theorie linearer Operatoren in einem Hilbertraum erworben,</li> <li>• besitzen die Fähigkeit, mit komplexen Funktionen zu arbeiten,</li> <li>• beherrschen die mathematische Sprache und können ihre erworbenen Kenntnisse auf physikalische Fragestellungen anwenden.</li> </ul> |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lehrinhalte  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionentheorie: Differentiation im Komplexen, Cauchy-Riemannsche Differentialgleichungen, komplexe Kurvenintegrale, Cauchyscher Integralsatz, Laurent-Reihe, Residuensatz, konforme Abbildungen</li> <li>• Hilbertraumtheorie: Hilbertraum, orthogonale Systeme, lineare Operatoren, selbstadjungierte Operatoren</li> </ul>   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Literatur  | Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekanntgegeben.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lehrveranstaltungen  | <table border="0"> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>3 SWS</td> </tr> <tr> <td>Übung</td> <td>1 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>4 SWS</td> </tr> </table>  | Vorlesung   | 3 SWS   | Übung                                    | 1 SWS   | Gesamt         | 4 SWS   |  |         |                      |          |
| Vorlesung  | 3 SWS  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Übung  | 1 SWS  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Gesamt   | 4 SWS  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lernformen   | Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Arbeitsaufwand für Studierende   | <table border="0"> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>50 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td>50 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>20 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>180 Std.</td> </tr> </table>  | Präsenzzeit | 60 Std. | Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit | 50 Std. | Übungsaufgaben | 50 Std. | Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung | 20 Std. | Gesamtarbeitsaufwand | 180 Std. |
| Präsenzzeit  | 60 Std.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit                                   | 50 Std.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Übungsaufgaben   | 50 Std.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung                         | 20 Std.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Gesamtarbeitsaufwand   | 180 Std.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsvorleistungen  | Lösen von 50% der geforderten Übungsaufgaben   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss | Prüfungsleistung: Klausur (120 Minuten) oder Mündliche Prüfung (30 Minuten)<br>Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Regelprüfungstermin  | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |

| Kategorie   | Inhalt  |
|-------------|---|
| Bewertung   | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.   |
| Hinweise    | Die Ziele und Inhalte dieses Moduls ergeben sich aus einem entsprechenden Modul des Studiengangs B.Sc. Physik<br>Die Klausur kann gemäß RPO auch als Multiple-Choice-Prüfung, E-Klausur oder Hausklausur abgelegt werden. Die Prüfungsform ist spätestens in der zweiten Vorlesungswoche durch die Prüfperson bekanntzugeben. |
| Modulnummer | 2100890   |



# Graphentheorie

| Kategorie  | Inhalt  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
|--|---|-------------|---------|--|---------|----------------|---------|--|---------|----------------------|----------|
| Modulbezeichnung (englisch)                        | Graph Theory  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Leistungspunkte                                    | 6   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Modulverantwortlich                                | MNF/IfMA/Diskrete Mathematik  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner           | Dr. Peter Wagner  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Sprache  | Deutsch   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zulassungsbeschränkung                             | keine   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Modulniveau  | Masterstudiengang - spezialisierend   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zwingende Teilnahmevoraus-<br>setzung              | keine   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Empfohlene Teilnahmevoraus-<br>setzung             | Kenntnisse und Fertigkeiten ungefähr auf dem Niveau der Module Diskrete Mathematik und Optimierung, Analysis 1: Funktionen einer Veränderlichen, Analysis 2: Funktionen mehrerer Veränderlicher, Lineare Algebra 1: Einführung in die Lineare Algebra, Lineare Algebra 2: Lineare und multilineare Algebra  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zuordnung zu Curricula                             | M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>M.Sc. Mathematik 15.07.2019<br>M.Sc. Mathematik 26.09.2018<br>M.Sc. Mathematik 27.05.2015<br>M.Sc. Mathematik<br>M.Sc. Visual Computing<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 15.07.2019<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 26.09.2018<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 27.05.2015<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik<br>M.A. Wirtschaftspädagogik             |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Dauer des Moduls                                   | 1 Semester  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Beginn/ Angebotsturnus                             | unregelmäßig  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lern- und Qualifikationsziele                      | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen Grundprinzipien der Graphentheorie,</li> <li>• sind mit Existenzaussagen und Konstruktionsverfahren nebst Beweisen vertraut,</li> <li>• kennen vielfältige Anwendungen und können diese diskutieren,</li> <li>• können die Ergebnisse in der Übungsgruppe präsentieren und mathematischer Sachverhalte diskutieren.</li> </ul>   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lehrinhalte  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Vorlesung ist der strukturellen, algebraischen und topologischen Graphentheorie gewidmet. Die algorithmische Graphentheorie ist Bestandteil der Vorlesung „Diskrete Mathematik und Optimierung“.</li> <li>• Schwerpunkte sind: Satz von Kirchhoff-Trent, Faktoren und Matchings, Extremalprobleme, Automorphismen von Graphen, Ramseytheorie, Anti-Ramseytheorie, Planare Graphen, Färbungen.</li> </ul> |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Literatur  | Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lehrveranstaltungen                                | <table border="0"> <tr> <td>Übung</td> <td>1 SWS</td> </tr> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>3 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>4 SWS</td> </tr> </table>   | Übung       | 1 SWS   | Vorlesung                                | 3 SWS   | Gesamt         | 4 SWS   |  |         |                      |          |
| Übung  | 1 SWS   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Vorlesung  | 3 SWS   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Gesamt   | 4 SWS   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lernformen   | Literaturstudium, Lösen von Übungsaufgaben, Präsentation der Ergebnisse in der Übungsgruppe, Selbststudium  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Arbeitsaufwand für Studierende                     | <table border="0"> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td>20 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>40 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>180 Std.</td> </tr> </table>   | Präsenzzeit | 60 Std. | Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit | 60 Std. | Übungsaufgaben | 20 Std. | Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung | 40 Std. | Gesamtarbeitsaufwand | 180 Std. |
| Präsenzzeit  | 60 Std.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit           | 60 Std.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Übungsaufgaben                                     | 20 Std.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung | 40 Std.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Gesamtarbeitsaufwand                               | 180 Std.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |

| Kategorie  | Inhalt   |
|--|--|
| Prüfungsvorleistungen  | keine  |
| Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss | Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder Mündliche Prüfung (20 Minuten)<br>Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.  |
| Regelprüfungstermin  | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |
| Bewertung  | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |
| Hinweise   | Die Klausur kann gemäß RPO auch als Multiple-Choice-Prüfung, E-Klausur oder Hausklausur abgelegt werden. Die Prüfungsform ist spätestens in der zweiten Vorlesungswoche durch die Prüfperson bekanntzugeben. |
| Modulnummer  | 2150210  |

# Gruppentheorie

| Kategorie  | Inhalt  |
|--|---|
| Modulbezeichnung (englisch)  | Group Theory  |
| Leistungspunkte  | 6   |
| Modulverantwortlich  | MNF/IfMA/Algebra  |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner   | Prof. Dr. Jan-Christoph Schlage-Puchta  |
| Sprache  | Deutsch   |
| Zulassungsbeschränkung   | keine   |
| Modulniveau  | Masterstudiengang - weiterführend   |
| Zwingende Teilnahmevoraus-<br>setzung  | keine   |
| Empfohlene Teilnahmevoraus-<br>setzung   | Kenntnisse auf dem Niveau des Moduls Algebra  |
| Zuordnung zu Curricula   | M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>M.Sc. Mathematik 15.07.2019<br>M.Sc. Mathematik 26.09.2018<br>M.Sc. Mathematik 27.05.2015<br>M.Sc. Mathematik<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 15.07.2019<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 26.09.2018<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 27.05.2015 |
| Dauer des Moduls   | 1 Semester  |
| Beginn/ Angebotsturnus   | unregelmäßig  |
| Lern- und Qualifikationsziele  | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• wissen, dass Gruppen in vielen Bereichen der Mathematik, Physik und Chemie auftreten,</li> <li>• sind mit den elementaren Techniken zur Analyse und Konstruktion von Gruppen vertraut.</li> </ul>   |
| Lehrinhalte  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• G-Mengen</li> <li>• Nilpotente Gruppen</li> <li>• Auflösbare Gruppen</li> <li>• Satz von Schur-Zassenhaus</li> <li>• Einige einfache Gruppen</li> <li>• Präsentierungen und Schreier Algorithmus</li> </ul>  |
| Literatur  | Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.  |
| Lehrveranstaltungen  | Vorlesung 4 SWS<br>Gesamt 4 SWS   |
| Lernformen   | Selbststudium, Lösen von Übungsaufgaben, Literaturstudium   |
| Arbeitsaufwand für Studierende   | Präsenzzeit 60 Std.<br>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit 80 Std.<br>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung 40 Std.<br>Gesamtarbeitsaufwand 180 Std.  |
| Prüfungsvorleistungen  | keine   |
| Prüfungsleistungen/ Vorausset-<br>zungen für einen erfolgreichen<br>Modulabschluss | Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung (20 Minuten)  |
| Regelprüfungstermin  | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.   |
| Bewertung  | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.   |
| Hinweise   | keine   |
| Modulnummer  | 2150240   |

# Hochdimensionale Wahrscheinlichkeitstheorie

| Kategorie  | Inhalt   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
|--|--|-------------|---------|--|---------|----------------|---------|--|---------|----------------------|----------|
| Modulbezeichnung (englisch)  | High-Dimensional Probability Theory  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Leistungspunkte  | 6  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Modulverantwortlich  | MNF/Institut für Mathematik (IfMA)   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner                                   | Prof. Dr. Holger Werner Kösters  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Sprache  | Deutsch oder Englisch  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zulassungsbeschränkung   | keine  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Modulniveau  | Masterstudiengang - spezialisierend  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zwingende Teilnahmevoraussetzung   | keine  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Empfohlene Teilnahmevoraussetzung  | Grundkenntnisse in den Bereichen Analysis, Lineare Algebra und Stochastik  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zuordnung zu Curricula   | M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 14.07.2022   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Dauer des Moduls   | 1 Semester   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Beginn/ Angebotsturnus   | unregelmäßig   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lern- und Qualifikationsziele  | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• beherrschen wesentliche Konzepte und Resultate aus der hochdimensionalen Wahrscheinlichkeitstheorie,</li> <li>• sind mit typischen Beispielen für hochdimensionale Phänomene und deren Implikationen für die Datenwissenschaften vertraut,</li> <li>• können sich Ergebnisse und Verfahren im Umfeld der hochdimensionalen Wahrscheinlichkeitstheorie erschließen und diese an neue Gegebenheiten anpassen.</li> </ul> <p>Sie sind in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sich eigenständig mit fortgeschrittenen mathematischen Themen und fortgeschrittener mathematischer Literatur auseinanderzusetzen,</li> <li>• komplexere mathematische Sachverhalte zu präsentieren und zu diskutieren.</li> </ul> |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lehrinhalte  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konzentrationsungleichungen für Summen unabhängiger Zufallsgrößen</li> <li>• Konzentrationseigenschaften von Normen von Zufallsvektoren und Zufallsmatrizen</li> <li>• Konzentrationsungleichungen für Lipschitz-Funktionale</li> <li>• typische Anwendungen, unter anderem in den Bereichen Statistik, Informatik, Graphentheorie, Geometrie, Signalverarbeitung</li> </ul>  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Literatur  | Literaturhinweise werden in der Vorlesung bekannt gegeben.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lehrveranstaltungen  | <table border="0"> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>3 SWS</td> </tr> <tr> <td>Übung</td> <td>1 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>4 SWS</td> </tr> </table>  | Vorlesung   | 3 SWS   | Übung                                    | 1 SWS   | Gesamt         | 4 SWS   |  |         |                      |          |
| Vorlesung  | 3 SWS  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Übung  | 1 SWS  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Gesamt   | 4 SWS  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lernformen   | begleitendes Selbststudium, begleitendes Literaturstudium, Bearbeiten von Übungsaufgaben; Präsentation und Diskussion von Lösungen von Übungsaufgaben  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Arbeitsaufwand für Studierende   | <table border="0"> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td>30 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>30 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>180 Std.</td> </tr> </table>  | Präsenzzeit | 60 Std. | Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit | 60 Std. | Übungsaufgaben | 30 Std. | Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung | 30 Std. | Gesamtarbeitsaufwand | 180 Std. |
| Präsenzzeit  | 60 Std.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit                                   | 60 Std.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Übungsaufgaben   | 30 Std.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung                         | 30 Std.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Gesamtarbeitsaufwand   | 180 Std.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsvorleistungen  | Präsentation von zwei Übungsaufgaben   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss | Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung (25 Minuten)   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |

| Kategorie           | Inhalt  |
|---------------------|---|
| Regelprüfungstermin | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung. |
| Bewertung           | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.           |
| Hinweise            | keine   |
| Modulnummer         | 2151050   |

# Inverse Probleme

| Kategorie  | Inhalt   |
|--|--|
| Modulbezeichnung (englisch)  | Inverse Problems   |
| Leistungspunkte  | 6  |
| Modulverantwortlich  | MNF/Institut für Mathematik (IfMA)   |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner                                   | Prof. Dr. Michael Dreher   |
| Sprache  | Deutsch oder Englisch  |
| Zulassungsbeschränkung   | keine  |
| Modulniveau  | Masterstudiengang - spezialisierend  |
| Zwingende Teilnahmevoraussetzung   | keine  |
| Empfohlene Teilnahmevoraussetzung  | keine  |
| Zuordnung zu Curricula   | M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 14.07.2022  |
| Dauer des Moduls   | 1 Semester   |
| Beginn/ Angebotsturnus   | unregelmäßig   |
| Lern- und Qualifikationsziele  | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen, wie Anwendungsaufgaben auf inverse Probleme führen,</li> <li>• wissen, wie sich inverse Probleme durch Methoden der Analysis, Numerik, Optimierung und Stochastik bearbeiten lassen,</li> <li>• haben vertiefte Kenntnisse in der Analysis erlangt und können damit komplexe Forschungsthemen behandeln, um somit eine Masterarbeit vorzubereiten,</li> <li>• haben durch Präsentationen ihrer erzielten Ergebnisse ihre Fähigkeiten in der Kommunikation mathematischer Sachverhalte vervollkommenet.</li> </ul> |
| Lehrinhalte  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendungsaufgaben aus Mathematik, Naturwissenschaften, technischen Wissenschaften und Wirtschaftswissenschaften</li> <li>• das Phänomen der Inkorrektheit</li> <li>• inverse Probleme als Operatorgleichungen in Banachräumen</li> <li>• Singulärwertzerlegung kompakter Operatoren</li> <li>• Regularisierungsmethoden und der Nutzen von Zusatzinformationen</li> </ul>  |
| Literatur  | Literaturhinweise werden in der Vorlesung bekannt gegeben.   |
| Lehrveranstaltungen  | Integrierte Lehrveranstaltung 4 SWS<br>Gesamt 4 SWS  |
| Lernformen   | begleitendes Selbststudium, begleitendes Literaturstudium, integrierte Übungsanteile, Präsentationen   |
| Arbeitsaufwand für Studierende   | Präsenzzeit 60 Std.<br>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit 80 Std.<br>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung 40 Std.<br>Gesamtarbeitsaufwand 180 Std.   |
| Prüfungsvorleistungen  | keine  |
| Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss | Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder Mündliche Prüfung (20 Minuten) oder Hausarbeit - 10-15 Seiten<br>Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.   |
| Regelprüfungstermin  | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |
| Bewertung  | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |
| Hinweise   | Die Klausur kann gemäß RPO auch als Multiple-Choice-Prüfung, E-Klausur oder Hausklausur abgelegt werden. Die Prüfungsform ist spätestens in der zweiten Vorlesungswoche durch die Prüfperson bekanntzugeben.   |

| Kategorie   | Inhalt  |
|-------------|---------|
| Modulnummer | 2151180 |

## Kombinatorik 2: Algebraische und analytische Methoden

| Kategorie  | Inhalt   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
|--|--|-------------|---------|--|---------|----------------|---------|--|---------|----------------------|----------|
| Modulbezeichnung (englisch)  | Combinatorics 2: Algebraic and Analytic Methods  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Leistungspunkte  | 6  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Modulverantwortlich  | MNF/Institut für Mathematik (IfMA)   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner   | apl. Prof. Dr. Roger Labahn  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Sprache  | Deutsch  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zulassungsbeschränkung   | keine  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Modulniveau  | Masterstudiengang - weiterführend  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zwingende Teilnahmevoraus-<br>setzung  | keine  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Empfohlene Teilnahmevoraus-<br>setzung   | Grundlagen aus Algebra, Analysis und Funktionentheorie; Grundlegende Methoden der Abzählenden Kombinatorik   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zuordnung zu Curricula   | M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>M.Sc. Mathematik 15.07.2019<br>M.Sc. Mathematik 26.09.2018<br>M.Sc. Mathematik 27.05.2015<br>M.Sc. Mathematik<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 15.07.2019<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 26.09.2018<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 27.05.2015  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Dauer des Moduls   | 1 Semester   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Beginn/ Angebotsturnus   | unregelmäßig   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lern- und Qualifikationsziele  | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen fortgeschrittene, theoretisch anspruchsvolle kombinatorische Abzählmethoden,</li> <li>• wenden ihr Grundwissen aus Algebra und Analysis auf komplexe Problemstellungen des kombinatorischen Abzählens an.</li> </ul>  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lehrinhalte  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erzeugende Funktionen: analytische Grundlegung, algebraische Grundlegung: Formale Potenzreihen, Anwendung auf Rekursionen, Anwendung auf Partitionen</li> <li>• Algebraische Methoden: Polyá-Theorie, Doppelfolgeninversion, Möbius-Inversion</li> <li>• Asymptotische Methoden: Grundlagen der Asymptotik, reelle Methoden und Stirling-Formel, Asymptotik der Binomialkoeffizienten, Komplexe Sattelpunktmethode</li> </ul> |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Literatur  | Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lehrveranstaltungen  | <table border="0"> <tr> <td>Übung</td> <td>1 SWS</td> </tr> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>3 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>4 SWS</td> </tr> </table>  | Übung       | 1 SWS   | Vorlesung                                | 3 SWS   | Gesamt         | 4 SWS   |  |         |                      |          |
| Übung  | 1 SWS  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Vorlesung  | 3 SWS  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Gesamt   | 4 SWS  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lernformen   | Literaturstudium, Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Arbeitsaufwand für Studierende   | <table border="0"> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td>20 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>40 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>180 Std.</td> </tr> </table>  | Präsenzzeit | 60 Std. | Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit | 60 Std. | Übungsaufgaben | 20 Std. | Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung | 40 Std. | Gesamtarbeitsaufwand | 180 Std. |
| Präsenzzeit  | 60 Std.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit   | 60 Std.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Übungsaufgaben   | 20 Std.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung                                 | 40 Std.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Gesamtarbeitsaufwand   | 180 Std.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsvorleistungen  | keine  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsleistungen/ Vorausset-<br>zungen für einen erfolgreichen<br>Modulabschluss | Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder Mündliche Prüfung (20 Minuten)<br>Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |



| Kategorie           | Inhalt  |
|---------------------|---|
| Regelprüfungstermin | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.   |
| Bewertung           | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.   |
| Hinweise            | Das Modul findet voraussichtlich jedes zweite Sommersemester statt.<br>Die Klausur kann gemäß RPO auch als Multiple-Choice-Prüfung, E-Klausur oder Hausklausur abgelegt werden. Die Prüfungsform ist spätestens in der zweiten Vorlesungswoche durch die Prüfperson bekanntzugeben. |
| Modulnummer         | 2150230   |

# Kryptologie

| Kategorie  | Inhalt   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
|--|--|-------------|---------|--|---------|----------------|---------|--|---------|----------------------|----------|
| Modulbezeichnung (englisch)  | Cryptology   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Leistungspunkte  | 6  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Modulverantwortlich  | MNF/IfMA/Diskrete Mathematik   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner   | Prof. Dr. Gohar Kyureghyan   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Sprache  | Deutsch oder Englisch  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zulassungsbeschränkung   | keine  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Modulniveau  | Bachelorstudiengang - weiterführend  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zwingende Teilnahmevoraus-<br>setzung  | keine  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Empfohlene Teilnahmevoraus-<br>setzung   | Kenntnisse und Fertigkeiten ungefähr auf dem Niveau der Module Lineare Algebra 1: Einführung in die Lineare Algebra, Lineare Algebra 2: Lineare und multilineare Algebra, Algebra  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zuordnung zu Curricula   | B.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>B.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 14.07.2022   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Dauer des Moduls   | 1 Semester   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Beginn/ Angebotsturnus   | unregelmäßig im Sommersemester   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lern- und Qualifikationsziele  | Studierende <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen Methoden und Herausforderungen der modernen Kryptologie,</li> <li>• sind vertraut mit Konstruktionsverfahren und Analyse der Sicherheit eines Kryptoverfahrens,</li> <li>• können entscheiden, ob ein kryptografisches Schema grundlegende mathematische Sicherheitsanforderungen erfüllt,</li> <li>• können sich selbstständig mathematisches Wissen aus dem Gebiet aneignen,</li> <li>• erwerben durch Präsentation der Ergebnisse in der Übungsgruppe Fertigkeiten in der Kommunikation mathematischer Sachverhalte.</li> </ul> |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lehrinhalte  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Methoden und Herausforderungen der modernen Kryptologie</li> <li>• Symmetrische Verfahren: DES und AES</li> <li>• Public-Key-Kryptosysteme: RSA- und ElGamal-Verfahren</li> <li>• Hash-Funktionen und digitale Unterschriften</li> <li>• Mathematische Grundlagen: endliche Körper, diskreter Logarithmus, Faktorisierung, Primzahltests.</li> </ul>  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Literatur  | Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lehrveranstaltungen  | <table border="0"> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>3 SWS</td> </tr> <tr> <td>Übung</td> <td>1 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>4 SWS</td> </tr> </table>  | Vorlesung   | 3 SWS   | Übung                                    | 1 SWS   | Gesamt         | 4 SWS   |  |         |                      |          |
| Vorlesung  | 3 SWS  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Übung  | 1 SWS  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Gesamt   | 4 SWS  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lernformen   | Literaturstudium, Lösen und Präsentieren von Übungsaufgaben, Selbststudium   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Arbeitsaufwand für Studierende   | <table border="0"> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td>20 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>40 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>180 Std.</td> </tr> </table>  | Präsenzzeit | 60 Std. | Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit | 60 Std. | Übungsaufgaben | 20 Std. | Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung | 40 Std. | Gesamtarbeitsaufwand | 180 Std. |
| Präsenzzeit  | 60 Std.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit   | 60 Std.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Übungsaufgaben   | 20 Std.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung                                 | 40 Std.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Gesamtarbeitsaufwand   | 180 Std.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsvorleistungen  | keine  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsleistungen/ Vorausset-<br>zungen für einen erfolgreichen<br>Modulabschluss | Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder Mündliche Prüfung (25 Minuten)<br>Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Regelprüfungstermin  | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |

| Kategorie   | Inhalt  |
|-------------|---|
| Bewertung   | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.   |
| Hinweise    | Das Modul findet jedes zweite Sommersemester statt.<br>Die Klausur kann gemäß RPO auch als Multiple-Choice-Prüfung, E-Klausur oder Hausklausur abgelegt werden. Die Prüfungsform ist spätestens in der zweiten Vorlesungswoche durch die Prüfperson bekanntzugeben. |
| Modulnummer | 2100910   |

# Masterarbeit Mathematik

| Kategorie  | Inhalt   |
|--|--|
| Modulbezeichnung (englisch)  | Master Thesis Mathematics  |
| Leistungspunkte  | 30   |
| Modulverantwortlich  | MNF/Institut für Mathematik (IfMA)   |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner                                   | Prüfungsamt/ Studienbüro   |
| Sprache  | Deutsch oder Englisch  |
| Zulassungsbeschränkung   | keine  |
| Modulniveau  | Masterstudiengang - spezialisierend  |
| Zwingende Teilnahmevoraussetzung   | Es gelten die Zulassungsbedingungen zur Abschlussprüfung gemäß der jeweils gültigen Studiengangsspezifischen Prüfungs- und Studienordnung.   |
| Empfohlene Teilnahmevoraussetzung  | Themenabhängig   |
| Zuordnung zu Curricula   | M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>M.Sc. Mathematik 15.07.2019<br>M.Sc. Mathematik 26.09.2018<br>M.Sc. Mathematik 27.05.2015  |
| Dauer des Moduls   | 1 Semester   |
| Beginn/ Angebotsturnus   | jedes Semester   |
| Lern- und Qualifikationsziele  | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind in der Lage eine Aufgabenstellung aus dem Bereich der Mathematik innerhalb einer vorgegebenen Frist mit wissenschaftlichen Methoden unter Anleitung zu bearbeiten,</li> <li>• stellen die Ergebnisse schriftlich und mündlich angemessen dar,</li> <li>• können selbständig Literatur recherchieren und geeignete Werkzeuge einsetzen,</li> <li>• kennen die Regeln guter wissenschaftlicher Praxis und wenden diese an,</li> <li>• nutzen die Betreuungs- und Beratungsangebote eigenständig und verfügen über ein angemessenes Zeitmanagement.</li> </ul> |
| Lehrinhalte  | keine  |
| Literatur  | Themenabhängig   |
| Lehrveranstaltungen  | keine  |
| Lernformen   | Selbststudium, Literaturstudium  |
| Arbeitsaufwand für Studierende   | Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung 900 Std.<br>Gesamtarbeitsaufwand 900 Std.   |
| Prüfungsvorleistungen  | keine  |
| Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss | Prüfungsleistung: Abschlussarbeit (20 Wochen) - Soll 100 Seiten nicht überschreiten<br>Diese Prüfungsleistung macht 66,6% der Modulnote aus.<br>Prüfungsleistung: Kolloquium (45 Minuten) - 30 Minuten Präsentation, 15 Minuten Diskussion<br>Diese Prüfungsleistung macht 33,3% der Modulnote aus.  |
| Regelprüfungstermin  | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |
| Bewertung  | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |
| Hinweise   | In der Studienrichtung Mathematik der Datenwissenschaften und der Digitalisierung besteht die Möglichkeit einer gemeinsamen Betreuung der Masterarbeit durch Hochschullehrer:innen der beiden Institute für Mathematik und für Informatik.   |
| Modulnummer  | 2150000  |

# Mathematische Aspekte der Quantenmechanik und der Optik

| Kategorie  | Inhalt   |                               |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
|--|--|-------------------------------|---------|--|---------|----------------|---------|--|---------|----------------------|----------|
| Modulbezeichnung (englisch)  | Mathematical Aspects of Quantum Mechanics and Optics   |                               |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Leistungspunkte  | 6  |                               |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Modulverantwortlich  | MNF/Institut für Mathematik (IfMA)   |                               |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner                                   | Prof. Dr. Michael Dreher   |                               |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Sprache  | Deutsch oder Englisch  |                               |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zulassungsbeschränkung   | keine  |                               |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Modulniveau  | Masterstudiengang - weiterführend  |                               |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zwingende Teilnahmevoraussetzung   | keine  |                               |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Empfohlene Teilnahmevoraussetzung  | Kenntnisse in Differentialgleichungen und Physik   |                               |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zuordnung zu Curricula   | M.Sc. Mathematik 14.07.2022  |                               |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Dauer des Moduls   | 1 Semester   |                               |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Beginn/ Angebotsturnus   | unregelmäßig   |                               |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lern- und Qualifikationsziele  | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können mit mathematischen Methoden umgehen bei der Untersuchung von Themen aus Optik und Quantenmechanik,</li> <li>• erkennen, wie physikalische Fragen die Entwicklung der Mathematik beeinflusst haben,</li> <li>• festigen ihre Kenntnisse im Umgang mit Differentialgleichungen und Distributionen und wenden diese Kenntnisse auf physikalisch relevante Themen aus Quantenmechanik und Optik an.</li> </ul>   |                               |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lehrinhalte  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formalismen von Lagrange und Hamilton als Gleichungen auf Tangentialbündel bzw. Kotangentialbündel; Legendre-Transformation</li> <li>• Schwingungsgleichung von Helmholtz; insbesondere Potentiale der Einfachschicht und Doppelschicht sowie Ausstrahlungsbedingung von Sommerfeld</li> <li>• Differentialgleichungen der geometrischen Optik; Eikonalgleichung, WKB-Methode, quasiklassischer Limes der Quantenmechanik</li> <li>• Quantenmechanik im Phasenraum. Die Wignerfunktion und ihre Momente.</li> <li>• Moyal-Gleichung und Pseudodifferentialoperatoren.</li> <li>• Fourierintegraloperatoren wie in der WKB-Methode als verallgemeinerte Pseudodifferentialoperatoren.</li> </ul> |                               |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Literatur  | Literaturhinweise werden in der Vorlesung bekannt gegeben.   |                               |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lehrveranstaltungen  | <table border="0"> <tr> <td>Integrierte Lehrveranstaltung</td> <td>4 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>4 SWS</td> </tr> </table>   | Integrierte Lehrveranstaltung | 4 SWS   | Gesamt                                   | 4 SWS   |                |         |  |         |                      |          |
| Integrierte Lehrveranstaltung  | 4 SWS  |                               |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Gesamt   | 4 SWS  |                               |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lernformen   | begleitendes Selbststudium, begleitendes Literaturstudium, integrierte Übungsanteile, Diskussionen   |                               |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Arbeitsaufwand für Studierende   | <table border="0"> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td>30 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>30 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>180 Std.</td> </tr> </table>  | Präsenzzeit                   | 60 Std. | Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit | 60 Std. | Übungsaufgaben | 30 Std. | Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung | 30 Std. | Gesamtarbeitsaufwand | 180 Std. |
| Präsenzzeit  | 60 Std.  |                               |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit                                   | 60 Std.  |                               |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Übungsaufgaben   | 30 Std.  |                               |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung                         | 30 Std.  |                               |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Gesamtarbeitsaufwand   | 180 Std.   |                               |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsvorleistungen  | keine  |                               |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss | <p>Prüfungsleistung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur (90 Minuten) oder</li> <li>• Mündliche Prüfung (20 Minuten) oder</li> <li>• Hausarbeit - 10-15 Seiten</li> </ul> <p>Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.</p>  |                               |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Regelprüfungstermin  | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |                               |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |

| Kategorie   | Inhalt   |
|-------------|--|
| Bewertung   | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |
| Hinweise    | Die Klausur kann gemäß RPO auch als Multiple-Choice-Prüfung, E-Klausur oder Hausklausur abgelegt werden. Die Prüfungsform ist spätestens in der zweiten Vorlesungswoche durch die Prüfperson bekanntzugeben. |
| Modulnummer | 2151190  |

# Mathematische Grundlagen des Maschinellen Lernens

| Kategorie  | Inhalt  |
|--|---|
| Modulbezeichnung (englisch)  | Mathematical Basics of Machine Learning   |
| Leistungspunkte  | 3   |
| Modulverantwortlich  | MNF/IfMA/Optimierung  |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner                                   | Prof. Dr. Konrad Engel  |
| Sprache  | Deutsch   |
| Zulassungsbeschränkung   | keine   |
| Modulniveau  | Bachelorstudiengang - spezialisierend   |
| Zwingende Teilnahmevoraussetzung   | keine   |
| Empfohlene Teilnahmevoraussetzung  | Kenntnisse und Fertigkeiten ungefähr auf dem Niveau der Module Analysis 1: Funktionen einer Veränderlichen, Analysis 2: Funktionen mehrerer Veränderlicher, Lineare Algebra 1: Einführung in die Lineare Algebra, Lineare Algebra 2: Lineare und multilineare Algebra, Numerische Mathematik, Diskrete Mathematik und Optimierung   |
| Zuordnung zu Curricula   | B.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>B.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Mathematik 25.06.2020  |
| Dauer des Moduls   | 1 Semester  |
| Beginn/ Angebotsturnus   | unregelmäßig im Sommersemester  |
| Lern- und Qualifikationsziele  | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen Methoden zur Merkmalsextraktion,</li> <li>• kennen Grundprinzipien und Verfahren der Klassifikation und Regression in hochdimensionalen Räumen sowie der Clusterung,</li> <li>• haben Fähigkeiten zur praktischen Realisierung von Algorithmen zur Mustererkennung erworben.</li> </ul>  |
| Lehrinhalte  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassifikations-, Regressions- und Clusterungsprobleme: Definition, Beispiele,</li> <li>• Merkmalsextraktion</li> <li>• Lineare und nichtlineare Trennbarkeit: Einfache Lernalgorithmen</li> <li>• Quadratische Optimierung und Fishers Diskriminante: Theorie und Algorithmen</li> <li>• Quadratische Optimierung und Support Vektor Maschinen: Theorie und Algorithmen</li> <li>• Nichtlineare Optimierung und neuronale Netze: Feed Forward Netze und Varianten, Backpropagation und Varianten</li> <li>• Unüberwachtes Lernen: Clusteralgorithmen</li> </ul> |
| Literatur  | Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.  |
| Lehrveranstaltungen  | Vorlesung 2 SWS<br>Gesamt 2 SWS   |
| Lernformen   | Literaturstudium, Selbststudium   |
| Arbeitsaufwand für Studierende   | Präsenzzeit 30 Std.<br>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit 40 Std.<br>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung 20 Std.<br>Gesamtarbeitsaufwand 90 Std.   |
| Prüfungsvorleistungen  | keine   |
| Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss | Prüfungsleistung: Klausur (60 Minuten) oder Mündliche Prüfung (25 Minuten)<br>Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.   |
| Regelprüfungstermin  | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.   |

| Kategorie   | Inhalt  |
|-------------|---|
| Bewertung   | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.   |
| Hinweise    | Angebotsturnus: jedes zweite Sommersemester<br>Die Klausur kann gemäß RPO auch als Multiple-Choice-Prüfung, E-Klausur oder Hausklausur abgelegt werden. Die Prüfungsform ist spätestens in der zweiten Vorlesungswoche durch die Prüfperson bekanntzugeben. |
| Modulnummer | 2100840   |



# Mathematische Logik

| Kategorie                                | Inhalt  |
|--|---|
| Modulbezeichnung (englisch)              | Mathematical Logic  |
| Leistungspunkte                          | 6   |
| Modulverantwortlich                      | MNF/IfMA/Algebra  |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner | Prof. Dr. Jan-Christoph Schlage-Puchta  |
| Sprache                                  | Deutsch   |
| Zulassungsbeschränkung                   | keine   |
| Modulniveau                              | Masterstudiengang - weiterführend   |
| Zwingende Teilnahmevoraus-<br>setzung    | keine   |
| Empfohlene Teilnahmevoraus-<br>setzung   | keine   |
| Zuordnung zu Curricula                   | B.Sc. Mathematik<br>M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>M.Sc. Mathematik 15.07.2019<br>M.Sc. Mathematik 26.09.2018<br>M.Sc. Mathematik 27.05.2015<br>M.Sc. Mathematik<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 15.07.2019<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 26.09.2018<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 27.05.2015   |
| Dauer des Moduls                         | 1 Semester  |
| Beginn/ Angebotsturnus                   | unregelmäßig  |
| Lern- und Qualifikationsziele            | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• verfügen über vertiefte Kenntnisse auf dem Gebiet der Logik, die sie zum Verständnis logischer Schaltungen, logischer Programmierungen, automatischer Beweisverfahren und anderer Aspekte der Künstlichen Intelligenz benötigen,</li> <li>• beherrschen den sicheren und richtigen Gebrauch von Symbolen aus der Mathematischen Logik, wobei sie auch in der Lage sind, bestimmte Regeln für den Umgang mit solchen Symbolen zu beweisen,</li> <li>• verstehen, was z.B. eine Folgerung aus einer Formel (Theorem) oder was ein Beweis für eine Formel (Theorem) ist,</li> <li>• kennen automatische Beweisverfahren und die prinzipiellen Grenzen dieser Verfahren.</li> </ul>   |
| Lehrinhalte                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Boolesche Algebren (mit Hilfssätzen für die Mathematische Logik)</li> <li>• Aussagenlogik: Aussagen und Aussagenverknüpfungen, der Vollständigkeitssatz der Aussagenlogik mit Folgerungen, Normalformen für aussagenlogische Formeln, der Resolutionskalkül der Aussagenlogik</li> <li>• Prädikatenlogik: prädikatenlogische Formeln, der Vollständigkeitssatz der Prädikatenlogik mit Folgerungen, Ultraprodukte und der allgemeine Kompaktheitssatz</li> <li>• Unentscheidbarkeiten in der Prädikatenlogik, Unvollständigkeitssätze</li> <li>• Testmethoden und automatisches Beweisen: Normalformen für prädikatenlogische Formeln, Herbrand-Theorie, der Resolutionskalkül in der Prädikatenlogik, Bemerkungen zur Logik-Programmierung, die theoretischen Grundlagen von PROLOG</li> <li>• Weitere Logiken: Logiken mit anderen Wertigkeiten (z.B. dreiwertige Logik, Fuzzy-Logik, konstruktive Logik), zusätzliche Operatoren (z.B. Modale Logik)</li> </ul> |
| Literatur                                | Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.  |

| Kategorie  | Inhalt  |
|--|---|
| Lehrveranstaltungen  | Vorlesung 4 SWS   |
|  | Gesamt 4 SWS  |
| Lernformen   | Literaturstudium, Selbststudium, Übungsaufgaben   |
| Arbeitsaufwand für Studierende   | Präsenzzeit 60 Std.   |
|  | Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit 80 Std.  |
|  | Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung 40 Std.  |
|  | Gesamtarbeitsaufwand 180 Std.   |
| Prüfungsvorleistungen  | keine   |
| Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss | Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder Mündliche Prüfung (20 Minuten)<br>Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.   |
| Regelprüfungstermin  | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.   |
| Bewertung  | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.   |
| Hinweise   | Das Modul findet jedes zweite Wintersemester statt.<br>Die Klausur kann gemäß RPO auch als Multiple-Choice-Prüfung, E-Klausur oder Hausklausur abgelegt werden. Die Prüfungsform ist spätestens in der zweiten Vorlesungswoche durch die Prüfperson bekanntzugeben. |
| Modulnummer  | 2150730   |

# Mathematische Modellierung und Simulation

| Kategorie                                | Inhalt  |
|--|---|
| Modulbezeichnung (englisch)              | Mathematical Modeling and Simulation  |
| Leistungspunkte                          | 3   |
| Modulverantwortlich                      | MNF/Institut für Mathematik (IfMA)  |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner | apl. Prof. Dr. Kurt Frischmuth  |
| Sprache                                  | Deutsch   |
| Zulassungsbeschränkung                   | keine   |
| Modulniveau                              | Masterstudiengang - spezialisierend   |
| Zwingende Teilnahmevoraussetzung         | keine   |
| Empfohlene Teilnahmevoraussetzung        | keine   |
| Zuordnung zu Curricula                   | B.Sc. Mathematik<br>M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>M.Sc. Mathematik 15.07.2019<br>M.Sc. Mathematik 26.09.2018<br>M.Sc. Mathematik 27.05.2015<br>M.Sc. Mathematik<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 15.07.2019<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 26.09.2018<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 27.05.2015<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik  |
| Dauer des Moduls                         | 1 Semester  |
| Beginn/ Angebotsturnus                   | unregelmäßig  |
| Lern- und Qualifikationsziele            | Die Studierenden, <ul style="list-style-type: none"> <li>• erwerben die Fähigkeit zur Lösung von real-World Problemen durch Entwicklung geeigneter Computersimulationen inklusive praxisnahen Postprocessings,</li> <li>• beurteilen Aspekte der Verfahrenswahl, deren Effizienz und Stabilität mit Hilfe ihres analytischen, numerischen und informatischen Hintergrundwissens zu den behandelten Methoden kritisch,</li> <li>• können einen Überblick über typische innermathematische und praktische Anwendungen geben.</li> </ul> |
| Lehrinhalte                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematisierung von Anwendungsproblemen</li> <li>• Entwicklung von Datenstrukturen und numerischen Algorithmen</li> <li>• Implementierung und Lösung von Modellproblemen</li> <li>• Auswertung, Visualisierung, Animation von Ergebnissen</li> <li>• Einsatz von Programmpaketen</li> <li>• Anwendungen in Naturwissenschaften, Technik und Ökonomie</li> </ul>   |
| Literatur                                | Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.  |
| Lehrveranstaltungen                      | Vorlesung 2 SWS<br>Gesamt 2 SWS   |
| Lernformen                               | Nachvollziehen von Herleitungen und Beweisen, Lösen von Beispielproblemen, individuell und in Gruppen.  |
| Arbeitsaufwand für Studierende           | Präsenzzeit 30 Std.<br>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit 40 Std.<br>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung 20 Std.<br>Gesamtarbeitsaufwand 90 Std.   |
| Prüfungsvorleistungen                    | keine   |

| Kategorie  | Inhalt   |
|--|--|
| Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss | Prüfungsleistung: Klausur (60 Minuten) oder Mündliche Prüfung (20 Minuten)<br>Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.  |
| Regelprüfungstermin  | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |
| Bewertung  | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |
| Hinweise   | Die Klausur kann gemäß RPO auch als Multiple-Choice-Prüfung, E-Klausur oder Hausklausur abgelegt werden. Die Prüfungsform ist spätestens in der zweiten Vorlesungswoche durch die Prüfperson bekanntzugeben. |
| Modulnummer  | 2150640  |

# Mathematische Statistik 2

| Kategorie  | Inhalt   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
|--|--|-------------|---------|--|---------|----------------|---------|--|---------|----------------------|----------|
| Modulbezeichnung (englisch)  | Mathematical Statistics 2  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Leistungspunkte  | 6  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Modulverantwortlich  | MNF/Institut für Mathematik (IfMA)   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner                                   | Prof. Dr. Alexander Meister,<br>Prof. Dr. Holger Werner Kösters  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Sprache  | Deutsch  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zulassungsbeschränkung   | keine  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Modulniveau  | Masterstudiengang - weiterführend  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zwingende Teilnahmevoraussetzung   | keine  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Empfohlene Teilnahmevoraussetzung  | Kenntnisse entsprechend dem Modul Stochastik für Bachelor Mathematik   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zuordnung zu Curricula   | B.Sc. Mathematik<br>M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>M.Sc. Mathematik 15.07.2019<br>M.Sc. Mathematik 26.09.2018<br>M.Sc. Mathematik 27.05.2015<br>M.Sc. Mathematik<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 15.07.2019<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 26.09.2018<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 27.05.2015<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Dauer des Moduls   | 1 Semester   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Beginn/ Angebotsturnus   | Sommersemester   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lern- und Qualifikationsziele  | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• verfügen über die Fähigkeit zur Modellierung komplexerer statistischer Fragestellungen,</li> <li>• haben ein vertieftes Verständnis von verschiedenen statistischen Optimalitätskonzepten entwickelt,</li> <li>• sind sicher im Umgang mit optimalen statistischen Verfahren.</li> </ul>   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lehrinhalte  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Statistische Experimente, Statistiken, Suffizienz, Fisher-Information</li> <li>• UMVU-Schätzer, Bayes-Schätzer, Minimax-Schätzer, Zulässigkeit</li> <li>• Optimales Testen parametrischer Hypothesen</li> <li>• Asymptotische Statistik</li> </ul>  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Literatur  | Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lehrveranstaltungen  | <table border="0"> <tr> <td>Übung</td> <td>1 SWS</td> </tr> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>3 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>4 SWS</td> </tr> </table>  | Übung       | 1 SWS   | Vorlesung                                | 3 SWS   | Gesamt         | 4 SWS   |  |         |                      |          |
| Übung  | 1 SWS  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Vorlesung  | 3 SWS  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Gesamt   | 4 SWS  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lernformen   | Literaturstudium, Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Arbeitsaufwand für Studierende   | <table border="0"> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td>20 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>40 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>180 Std.</td> </tr> </table>                                      | Präsenzzeit | 60 Std. | Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit | 60 Std. | Übungsaufgaben | 20 Std. | Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung | 40 Std. | Gesamtarbeitsaufwand | 180 Std. |
| Präsenzzeit  | 60 Std.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit                                   | 60 Std.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Übungsaufgaben   | 20 Std.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung                         | 40 Std.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Gesamtarbeitsaufwand   | 180 Std.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsvorleistungen  | keine  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss | Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder Mündliche Prüfung (20 Minuten)<br>Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Regelprüfungstermin  | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |

| Kategorie   | Inhalt   |
|-------------|--|
| Bewertung   | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |
| Hinweise    | Die Klausur kann gemäß RPO auch als Multiple-Choice-Prüfung, E-Klausur oder Hausklausur abgelegt werden. Die Prüfungsform ist spätestens in der zweiten Vorlesungswoche durch die Prüfperson bekanntzugeben. |
| Modulnummer | 2150760  |

# Mathematisches Spezialisierungsseminar

| Kategorie  | Inhalt   |                               |   |  |                                       |                      |         |
|--|--|-------------------------------|---|--|---------------------------------------|----------------------|---------|
| Modulbezeichnung (englisch)  | Mathematical Specialized Seminar   |                               |   |  |                                       |                      |         |
| Leistungspunkte  | 3  |                               |   |  |                                       |                      |         |
| Modulverantwortlich  | MNF/Institut für Mathematik (IfMA)   |                               |   |  |                                       |                      |         |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner                                   | Prüfungsamt/ Studienbüro   |                               |   |  |                                       |                      |         |
| Sprache  | Deutsch oder Englisch  |                               |   |  |                                       |                      |         |
| Zulassungsbeschränkung   | keine  |                               |   |  |                                       |                      |         |
| Modulniveau  | Masterstudiengang - weiterführend  |                               |   |  |                                       |                      |         |
| Zwingende Teilnahmevoraussetzung   | keine  |                               |   |  |                                       |                      |         |
| Empfohlene Teilnahmevoraussetzung  | keine  |                               |   |  |                                       |                      |         |
| Zuordnung zu Curricula   | M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 14.07.2022  |                               |   |  |                                       |                      |         |
| Dauer des Moduls   | 1 Semester   |                               |   |  |                                       |                      |         |
| Beginn/ Angebotsturnus   | jedes Semester   |                               |   |  |                                       |                      |         |
| Lern- und Qualifikationsziele  | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• erwerben die Fähigkeit zur eigenständigen vertieften Auseinandersetzung mit einem Themengebiet aus der Mathematik,</li> <li>• erarbeiten sich begleitend zu einer anderen Lehrveranstaltung (betreut in Konsultationen) ein wissenschaftliches Thema selbständig,</li> <li>• verbessern ihre Fähigkeit zur Präsentation mathematischer Zusammenhänge und deren Kommunikation mit den Seminarteilnehmer:innen.</li> </ul> |                               |   |  |                                       |                      |         |
| Lehrinhalte  | Dieses Modul begleitet andere Vorlesungen bzw. andere Integrierte Lehrveranstaltungen. Die Lehrinhalte ergeben sich aus jenen anderen Modulen. Das Modul wird dementsprechend von den jeweiligen Betreuern entsprechend den Anforderungen des vorgesehenen Vortragsthemas individuell ausgestaltet.  |                               |   |  |                                       |                      |         |
| Literatur  | Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.   |                               |   |  |                                       |                      |         |
| Lehrveranstaltungen  | <table border="0"> <tr> <td>Seminar (Anwesenheitspflicht)</td> <td>2 SWS</td> </tr> <tr> <td>Konsultation</td> <td>0.5 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>2.5 SWS</td> </tr> </table>   | Seminar (Anwesenheitspflicht) | 2 SWS   | Konsultation                                       | 0.5 SWS                               | Gesamt               | 2.5 SWS |
| Seminar (Anwesenheitspflicht)  | 2 SWS  |                               |   |  |                                       |                      |         |
| Konsultation   | 0.5 SWS  |                               |   |  |                                       |                      |         |
| Gesamt   | 2.5 SWS  |                               |   |  |                                       |                      |         |
| Lernformen   | Halten eines Referates, Literaturstudium, Selbststudium  |                               |   |  |                                       |                      |         |
| Arbeitsaufwand für Studierende   | <table border="0"> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>37 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>53 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>90 Std.</td> </tr> </table>   | Präsenzzeit                   | 37 Std.   | Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung | 53 Std.                               | Gesamtarbeitsaufwand | 90 Std. |
| Präsenzzeit  | 37 Std.  |                               |   |  |                                       |                      |         |
| Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung                         | 53 Std.  |                               |   |  |                                       |                      |         |
| Gesamtarbeitsaufwand   | 90 Std.  |                               |   |  |                                       |                      |         |
| Prüfungsvorleistungen  | Anwesenheitspflicht in den Veranstaltungsarten: Seminar  |                               |   |  |                                       |                      |         |
| Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss | <table border="0"> <tr> <td>Prüfungsleistung:</td> <td>Sonstige Prüfungsform (90 Minuten) - Gestaltung eines Seminars, mit schriftlicher Zusammenfassung des Referats, gegebenenfalls schriftlicher Ausarbeitung des Referates</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Diese Prüfungsleistung ist unbenotet.</td> </tr> </table>   | Prüfungsleistung:             | Sonstige Prüfungsform (90 Minuten) - Gestaltung eines Seminars, mit schriftlicher Zusammenfassung des Referats, gegebenenfalls schriftlicher Ausarbeitung des Referates |  | Diese Prüfungsleistung ist unbenotet. |                      |         |
| Prüfungsleistung:  | Sonstige Prüfungsform (90 Minuten) - Gestaltung eines Seminars, mit schriftlicher Zusammenfassung des Referats, gegebenenfalls schriftlicher Ausarbeitung des Referates  |                               |   |  |                                       |                      |         |
|  | Diese Prüfungsleistung ist unbenotet.  |                               |   |  |                                       |                      |         |
| Regelprüfungstermin  | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |                               |   |  |                                       |                      |         |
| Bewertung  | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |                               |   |  |                                       |                      |         |
| Hinweise   | keine  |                               |   |  |                                       |                      |         |
| Modulnummer  | 2151200  |                               |   |  |                                       |                      |         |

# Methoden der Nichtlinearen Analysis

| Kategorie  | Inhalt  |
|--|---|
| Modulbezeichnung (englisch)  | Methods of Nonlinear Analysis   |
| Leistungspunkte  | 6   |
| Modulverantwortlich  | MNF/Institut für Mathematik (IfMA)  |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner                                   | Prof. Dr. Michael Dreher  |
| Sprache  | Deutsch oder Englisch   |
| Zulassungsbeschränkung   | keine   |
| Modulniveau  | Masterstudiengang - spezialisierend   |
| Zwingende Teilnahmevoraussetzung   | keine   |
| Empfohlene Teilnahmevoraussetzung  | Kenntnisse in den Bereichen Differentialgleichungen und Funktionalanalysis  |
| Zuordnung zu Curricula   | M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 14.07.2022   |
| Dauer des Moduls   | 1 Semester  |
| Beginn/ Angebotsturnus   | unregelmäßig  |
| Lern- und Qualifikationsziele  | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• haben ihre Kenntnisse in Funktionalanalysis und Differentialgleichungen gefestigt und vertieft,</li> <li>• verstehen, wie Methoden der nichtlinearen Analysis bei der Untersuchung von Differentialgleichungsmodellen eingesetzt werden,</li> <li>• haben vertiefte Kenntnisse in der Analysis erlangt und können damit komplexe Forschungsthemen behandeln, um somit eine Masterarbeit vorzubereiten,</li> <li>• haben durch Präsentationen ihrer erzielten Ergebnisse ihre Fähigkeiten in der Kommunikation mathematischer Sachverhalte vervollkommenet.</li> </ul> |
| Lehrinhalte  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• nichtlineare Operatoren in Banachräumen</li> <li>• Fixpunktsätze</li> <li>• Variationsmethoden</li> <li>• deren Anwendung auf anwendungsrelevante Modelle mit Differentialgleichungen</li> </ul>   |
| Literatur  | Literaturhinweise werden in der Vorlesung bekannt gegeben.  |
| Lehrveranstaltungen  | Integrierte Lehrveranstaltung 4 SWS<br>Gesamt 4 SWS   |
| Lernformen   | begleitendes Selbststudium, begleitendes Literaturstudium, integrierte Übungsanteile, Präsentationen  |
| Arbeitsaufwand für Studierende   | Präsenzzeit 60 Std.<br>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit 80 Std.<br>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung 40 Std.<br>Gesamtarbeitsaufwand 180 Std.  |
| Prüfungsvorleistungen  | keine   |
| Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss | Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder Mündliche Prüfung (20 Minuten) oder Hausarbeit - 10-15 Seiten<br>Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.  |
| Regelprüfungstermin  | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.   |
| Bewertung  | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.   |
| Hinweise   | Die Klausur kann gemäß RPO auch als Multiple-Choice-Prüfung, E-Klausur oder Hausklausur abgelegt werden. Die Prüfungsform ist spätestens in der zweiten Vorlesungswoche durch die Prüfperson bekanntzugeben.  |



| Kategorie   | Inhalt  |
|-------------|---------|
| Modulnummer | 2151210 |

# Nichtlineare Optimierung

| Kategorie                                | Inhalt  |
|--|---|
| Modulbezeichnung (englisch)              | Nonlinear Optimization  |
| Leistungspunkte                          | 6   |
| Modulverantwortlich                      | MNF/IfMA/Optimierung  |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner | Prof. Dr. Konrad Engel  |
| Sprache                                  | Deutsch   |
| Zulassungsbeschränkung                   | keine   |
| Modulniveau                              | Masterstudiengang - weiterführend   |
| Zwingende Teilnahmevoraus-<br>setzung    | keine   |
| Empfohlene Teilnahmevoraus-<br>setzung   | Kenntnisse und Fertigkeiten ungefähr auf dem Niveau der Module Analysis 1: Funktionen einer Veränderlichen, Analysis 2: Funktionen mehrerer Veränderlicher, Diskrete Mathematik und Optimierung, Lineare Algebra 1: Einführung in die Lineare Algebra, Lineare Algebra 2: Lineare und multilineare Algebra  |
| Zuordnung zu Curricula                   | M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 14.07.2022  |
| Dauer des Moduls                         | 1 Semester  |
| Beginn/ Angebotsturnus                   | unregelmäßig im Wintersemester  |
| Lern- und Qualifikationsziele            | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen Grundprinzipien und vielschichtige Verfahren der nichtlinearen Optimierung, die auf den im Bachelorstudium erworbenen Kenntnissen aufbauen,</li> <li>• können komplexe Probleme als nichtlineare Optimierungsprobleme modellieren,</li> <li>• sind mit anspruchsvollen Beweismethoden für Optimalitätskriterien und die Konvergenz von Algorithmen vertraut,</li> <li>• haben durch Präsentation der Ergebnisse in der Übungsgruppe Fertigkeiten in der Kommunikation mathematischer Sachverhalte erworben.</li> </ul>   |
| Lehrinhalte                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konvexität: Definition, Eigenschaften und Charakterisierung konvexer Mengen und konvexer Funktionen, Verallgemeinerungen der Konvexität</li> <li>• Optimierungsprobleme mit linearen Nebenbedingungen: Kegel der zulässigen Richtungen, Optimalitätskriterien 1. und 2. Ordnung, Satz von Karush-Kuhn-Tucker, allgemeines Verfahren des zulässigen Abstieges, Verfahren des steilsten Abstiegs, Verfahren des projizierten Gradienten, Verfahren der Teilraumoptimierung, Anwendungen</li> <li>• Optimierungsprobleme mit nichtlinearen Nebenbedingungen: Strafverfahren, Lagrange-Funktion und die Karush-Kuhn-Tucker Bedingungen, Regularitätsbedingungen, Optimalitätskriterien 1. und 2. Ordnung, Sattelpunkts- und Dualitätssätze</li> <li>• große lineare Optimierungsprobleme: Komplexität der Simplex-Methode, das Innere-Punkte-Verfahren von Karmarkar, Transformation auf Karmarkar-Normalform</li> </ul> |
| Literatur                                | Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.  |
| Lehrveranstaltungen                      | Integrierte Lehrveranstaltung 4 SWS<br>Gesamt 4 SWS   |
| Lernformen                               | Literaturstudium, Lösen von Übungsaufgaben, Präsentation der Ergebnisse in der Übungsgruppe, Selbststudium  |
| Arbeitsaufwand für Studierende           | Präsenzzeit 60 Std.<br>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit 60 Std.<br>Übungsaufgaben 20 Std.<br>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung 40 Std.<br>Gesamtarbeitsaufwand 180 Std.  |

| Kategorie  | Inhalt  |
|--|---|
| Prüfungsvorleistungen  | keine   |
| Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss | Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder Mündliche Prüfung (25 Minuten)<br>Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.   |
| Regelprüfungstermin  | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.   |
| Bewertung  | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.   |
| Hinweise   | Das Modul findet jedes zweite Wintersemester statt.<br>Die Klausur kann gemäß RPO auch als Multiple-Choice-Prüfung, E-Klausur oder Hausklausur abgelegt werden. Die Prüfungsform ist spätestens in der zweiten Vorlesungswoche durch die Prüfperson bekanntzugeben. |
| Modulnummer  | 2151080   |

# Nichtparametrische Statistik

| Kategorie  | Inhalt   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
|--|--|-------------|---------|--|---------|----------------|---------|--|---------|----------------------|----------|
| Modulbezeichnung (englisch)  | Nonparametric Statistics   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Leistungspunkte  | 6  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Modulverantwortlich  | MNF/IfMA/Mathematische Statistik mit Schwerpunkt stochastische Prozesse  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner                                   | Prof. Dr. Alexander Meister  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Sprache  | Deutsch  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zulassungsbeschränkung   | keine  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Modulniveau  | Masterstudiengang - spezialisierend  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zwingende Teilnahmevoraussetzung   | keine  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Empfohlene Teilnahmevoraussetzung  | Kenntnisse entsprechend dem Modul Stochastik für Bachelor Mathematik   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zuordnung zu Curricula   | M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>M.Sc. Mathematik 15.07.2019<br>M.Sc. Mathematik 26.09.2018<br>M.Sc. Mathematik 27.05.2015<br>M.Sc. Mathematik<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 15.07.2019<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 26.09.2018<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 27.05.2015<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Dauer des Moduls   | 1 Semester   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Beginn/ Angebotsturnus   | unregelmäßig   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lern- und Qualifikationsziele  | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• verfügen über Kenntnisse der Standardprobleme der nichtparametrischen Statistik,</li> <li>• beherrschen nichtparametrische Schätzverfahren,</li> <li>• haben ein Verständnis der asymptotischen Theorie der Nichtparametrik entwickelt.</li> </ul>   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lehrinhalte  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dichteschätzung und Regression, Regression und Klassifikation</li> <li>• Kernschätzer, Orthogonalreihenschätzer, lokal polynomiale Schätzer</li> <li>• Allgemeine Konsistenz</li> <li>• Optimale Konvergenzraten unter Glattheitsannahmen</li> <li>• Adaptive Bandbreitenwahl</li> </ul>  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Literatur  | Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lehrveranstaltungen  | <table border="0"> <tr> <td>Übung</td> <td>1 SWS</td> </tr> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>3 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>4 SWS</td> </tr> </table>  | Übung       | 1 SWS   | Vorlesung                                | 3 SWS   | Gesamt         | 4 SWS   |  |         |                      |          |
| Übung  | 1 SWS  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Vorlesung  | 3 SWS  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Gesamt   | 4 SWS  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lernformen   | Literaturstudium, Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Arbeitsaufwand für Studierende   | <table border="0"> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td>20 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>40 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>180 Std.</td> </tr> </table>                  | Präsenzzeit | 60 Std. | Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit | 60 Std. | Übungsaufgaben | 20 Std. | Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung | 40 Std. | Gesamtarbeitsaufwand | 180 Std. |
| Präsenzzeit  | 60 Std.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit                                   | 60 Std.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Übungsaufgaben   | 20 Std.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung                         | 40 Std.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Gesamtarbeitsaufwand   | 180 Std.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsvorleistungen  | keine  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss | Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder Mündliche Prüfung (20 Minuten)<br>Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Regelprüfungstermin  | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |

| Kategorie   | Inhalt   |
|-------------|--|
| Bewertung   | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |
| Hinweise    | Die Klausur kann gemäß RPO auch als Multiple-Choice-Prüfung, E-Klausur oder Hausklausur abgelegt werden. Die Prüfungsform ist spätestens in der zweiten Vorlesungswoche durch die Prüfperson bekanntzugeben. |
| Modulnummer | 2150330  |

# Numerische Behandlung partieller Differentialgleichungen

| Kategorie  | Inhalt   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
|--|--|-------------|---------|--|---------|----------------|---------|--|---------|----------------------|----------|
| Modulbezeichnung (englisch)  | Numerical Analysis of Partial Differential Equations   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Leistungspunkte  | 9  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Modulverantwortlich  | MNF/IfMA/Numerische Mathematik: Numerische Mathematik  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner   | Prof. Dr. Jens Starke,<br>Prof. Dr. Klaus Neymeyr  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Sprache  | Deutsch  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zulassungsbeschränkung   | keine  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Modulniveau  | Masterstudiengang - weiterführend  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zwingende Teilnahmevoraus-<br>setzung  | keine  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Empfohlene Teilnahmevoraus-<br>setzung   | Hilfreich sind Grundkenntnisse der Vorlesungen über gewöhnliche Differentialglei-<br>chungen sowie einer Vorlesung zur Theorie partieller Differentialgleichungen.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zuordnung zu Curricula   | M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 14.07.2022   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Dauer des Moduls   | 1 Semester   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Beginn/ Angebotsturnus   | Sommersemester   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lern- und Qualifikationsziele  | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• lösen Randwertprobleme elliptischer Differentialgleichungen und Anfangs-<br/>randwertprobleme parabolischen und hyperbolischen Typs mittels Finiter<br/>Differenzen und Finiter Elemente und implementieren Verfahren auf einem<br/>Computer für einfache Modellprobleme,</li> <li>• beurteilen Aspekte der Verfahrenswahl, deren Effizienz und Stabilität auf<br/>Basis des erworbenen Wissens kritisch,</li> <li>• präsentieren ihre Ergebnisse in der Übungsgruppe frei und kommunizieren<br/>mathematische Sachverhalte sicher.</li> </ul>   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lehrinhalte  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Differenzenverfahren für elliptische Randwertprobleme und parabolische<br/>sowie hyperbolische Anfangsrandwertaufgaben</li> <li>• Sturm-Liouville Probleme</li> <li>• Elliptische Probleme im Hilbertraum: Satz von Lax-Milgram, Ritz-Galerkin-<br/>Verfahren, Approximationssätze</li> <li>• Finite-Elemente-Räume: Triangulierungen, Finite Elemente, Kubaturfor-<br/>meln, Fehlerabschätzungen</li> <li>• Mehrgittermethoden: klassische Iterationen und deren Glättungseigen-<br/>schaften, Zwei- und Mehrgitteriterationen</li> <li>• Eigenwertprobleme für elliptische Differentialoperatoren</li> <li>• Methoden für parabolische und hyperbolische Anfangsrandwertprobleme</li> </ul> |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Literatur  | Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lehrveranstaltungen  | <table border="0"> <tr> <td>Übung</td> <td>2 SWS</td> </tr> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>4 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>6 SWS</td> </tr> </table>  | Übung       | 2 SWS   | Vorlesung                                | 4 SWS   | Gesamt         | 6 SWS   |  |         |                      |          |
| Übung  | 2 SWS  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Vorlesung  | 4 SWS  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Gesamt   | 6 SWS  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lernformen   | Literaturstudium, Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium, Präsentation der<br>Ergebnisse in der Übungsgruppe  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Arbeitsaufwand für Studierende   | <table border="0"> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>90 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>80 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td>40 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>270 Std.</td> </tr> </table>  | Präsenzzeit | 90 Std. | Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit | 80 Std. | Übungsaufgaben | 40 Std. | Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung | 60 Std. | Gesamtarbeitsaufwand | 270 Std. |
| Präsenzzeit  | 90 Std.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit   | 80 Std.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Übungsaufgaben   | 40 Std.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung                                 | 60 Std.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Gesamtarbeitsaufwand   | 270 Std.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsvorleistungen  | Erreichen von mindestens 50 % der Punkte beim Lösen der Pflichtaufgaben  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsleistungen/ Vorausset-<br>zungen für einen erfolgreichen<br>Modulabschluss | Prüfungsleistung: Klausur (120 Minuten) oder<br>Mündliche Prüfung (30 Minuten)<br>Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten<br>Vorlesungswoche.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |

| Kategorie           | Inhalt   |
|---------------------|--|
| Regelprüfungstermin | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |
| Bewertung           | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |
| Hinweise            | Die Klausur kann gemäß RPO auch als Multiple-Choice-Prüfung, E-Klausur oder Hausklausur abgelegt werden. Die Prüfungsform ist spätestens in der zweiten Vorlesungswoche durch die Prüfperson bekanntzugeben. |
| Modulnummer         | 2151090  |

# Numerische Mathematik und Numerische Lineare Algebra in den Datenwissenschaften

| Kategorie                                | Inhalt  |       |       |           |       |        |       |
|--|---|-------|-------|-----------|-------|--------|-------|
| Modulbezeichnung (englisch)              | Numerical Mathematics and Numerical Linear Algebra in Data Sciences   |       |       |           |       |        |       |
| Leistungspunkte                          | 9   |       |       |           |       |        |       |
| Modulverantwortlich                      | MNF/IfMA/Numerische Mathematik: Numerische Mathematik   |       |       |           |       |        |       |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner | Prof. Dr. Jens Starke,<br>Prof. Dr. Klaus Neymeyr   |       |       |           |       |        |       |
| Sprache                                  | Deutsch   |       |       |           |       |        |       |
| Zulassungsbeschränkung                   | keine   |       |       |           |       |        |       |
| Modulniveau                              | Bachelorstudiengang - weiterführend   |       |       |           |       |        |       |
| Zwingende Teilnahmevoraussetzung         | keine   |       |       |           |       |        |       |
| Empfohlene Teilnahmevoraussetzung        | Sichere Kenntnisse der Grundlagen der einführenden Vorlesungen zur linearen Algebra und Analysis. Diese Vorlesung vertieft die Grundvorlesung Numerische Mathematik, deren sichere Kenntnis sehr empfohlen wird.  |       |       |           |       |        |       |
| Zuordnung zu Curricula                   | B.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>B.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>LA Gym Mathematik 14.07.2022<br>M.Ed. (2 Fach) Mathematik 31.07.2023<br>M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>M.A. Wirtschaftspädagogik 31.07.2023<br>M.A. Wirtschaftspädagogik 05.08.2021  |       |       |           |       |        |       |
| Dauer des Moduls                         | 1 Semester  |       |       |           |       |        |       |
| Beginn/ Angebotsturnus                   | Sommersemester  |       |       |           |       |        |       |
| Lern- und Qualifikationsziele            | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• setzen Matrixmethoden in den Datenwissenschaften mit Fokus auf linearen Gleichungssystemen und Eigenwertproblemen für große und dünn besetzte Matrizen ein und implementieren diese auf einem Computer,</li> <li>• kennen effektive Minimierungsverfahren, welche über die grundlegenden Verfahren (Modul Numerische Mathematik) hinausgehen,</li> <li>• kennen Fourier- und Waveletmethoden und deren grundlegende Bedeutung zur digitalen Verarbeitung von Ton- und Bilddaten,</li> <li>• beurteilen Aspekte der Verfahrenswahl, deren Effizienz und Stabilität auf Basis des erworbenen Wissens kritisch,</li> <li>• präsentieren ihre Ergebnisse in der Übungsgruppe frei und kommunizieren mathematische Sachverhalte sicher.</li> </ul> |       |       |           |       |        |       |
| Lehrinhalte                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Iterationsverfahren für große und dünn besetzte lineare Gleichungssysteme: Analyse iterativer und semiiterativer Verfahren, Krylovraumverfahren (CG, Arnoldi, GMRES)</li> <li>• Iterationsverfahren für große und dünn besetzte Eigenwertprobleme: Krylovraumverfahren (Lanczos), Unterraumiterationen, Rayleigh-Ritz Methode, Jacobi-Davidson Methode, vorkonditionierte Iterationsverfahren.</li> <li>• Minimierung von Funktionen ohne Nebenbedingungen: Gateaux-Differenzierbarkeit und Konvexität, Gradientenverfahren und Quasi-Newton-Verfahren (Broyden-Klasse, BFGS-Verfahren), Fletcher-Reeves-Verfahren, Trust-Region-Verfahren</li> <li>• Diskrete Fouriertransformation, schnelle Fouriertransformation, Multiskalenbasen und Wavelets</li> </ul> |       |       |           |       |        |       |
| Literatur                                | Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.  |       |       |           |       |        |       |
| Lehrveranstaltungen                      | <table border="0"> <tr> <td>Übung</td> <td>2 SWS</td> </tr> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>4 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>6 SWS</td> </tr> </table>   | Übung | 2 SWS | Vorlesung | 4 SWS | Gesamt | 6 SWS |
| Übung                                    | 2 SWS   |       |       |           |       |        |       |
| Vorlesung                                | 4 SWS   |       |       |           |       |        |       |
| Gesamt                                   | 6 SWS   |       |       |           |       |        |       |



| Kategorie  | Inhalt   |          |
|--|--|----------|
| Lernformen   | Literaturstudium, Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium, Präsentation der Ergebnisse in der Übungsgruppe   |          |
| Arbeitsaufwand für Studierende   | Präsenzzeit  | 90 Std.  |
|  | Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit   | 80 Std.  |
|  | Übungsaufgaben   | 40 Std.  |
|  | Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung   | 60 Std.  |
|  | Gesamtarbeitsaufwand   | 270 Std. |
| Prüfungsvorleistungen  | Erreichen von mindestens 50 % der Punkte beim Lösen der Pflichtaufgaben  |          |
| Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss | Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder Mündliche Prüfung (20 Minuten)<br>Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.  |          |
| Regelprüfungstermin  | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |          |
| Bewertung  | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |          |
| Hinweise   | Die Klausur kann gemäß RPO auch als Multiple-Choice-Prüfung, E-Klausur oder Hausklausur abgelegt werden. Die Prüfungsform ist spätestens in der zweiten Vorlesungswoche durch die Prüfperson bekanntzugeben. |          |
| Modulnummer  | 2100850  |          |

# Numerische Methoden für die Faktoranalyse spektroskopischer Daten

| Kategorie  | Inhalt   |
|--|--|
| Modulbezeichnung (englisch)  | Numerical Methods for the Factor Analysis of Spectroscopic Data  |
| Leistungspunkte  | 6  |
| Modulverantwortlich  | MNF/IfMA/Numerische Mathematik: Numerische Mathematik  |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner   | Prof. Dr. Klaus Neymeyr  |
| Sprache  | Deutsch  |
| Zulassungsbeschränkung   | keine  |
| Modulniveau  | Masterstudiengang - spezialisierend  |
| Zwingende Teilnahmevoraus-<br>setzung  | keine  |
| Empfohlene Teilnahmevoraus-<br>setzung   | Kenntnisse der numerischen linearen Algebra etwa aus dem Modul Numerische Mathematik; Interesse an anwendungsbezogenen Fragestellungen der Numerischen Mathematik  |
| Zuordnung zu Curricula   | M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 14.07.2022   |
| Dauer des Moduls   | 1 Semester   |
| Beginn/ Angebotsturnus   | unregelmäßig   |
| Lern- und Qualifikationsziele  | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen Methoden für regularisierte nichtnegative Matrixfaktorisierungen und deren Anwendungen,</li> <li>• kennen fundamentale Eigenschaften nichtnegativer Matrizen,</li> <li>• wenden Faktorisierungsalgorithmen praktisch an,</li> <li>• erwerben durch Präsentation der Ergebnisse zu den integrierten Übungs- und Programmieranteilen Fertigkeiten in der Kommunikation mathematischer Sachverhalte.</li> </ul>  |
| Lehrinhalte  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bilineare Modelle (Lambert-Beer), Grundlagen spektroskopischer Methoden in der Chemie und chemometrische Datenanalyse</li> <li>• Analysis und Numerik nichtnegativer Matrixfaktorisierungen, Perron-Frobenius Theorie, Niedrigrangapproximationen</li> <li>• Selbstmodellierende Faktormethoden und typische Regularisierungen</li> <li>• Eigenschaften und numerische Approximation der Menge zulässiger Lösungen</li> <li>• Geometrische Konstruktion der Menge zulässiger Lösungen</li> <li>• Dualitätstheorie bivariater nichtnegativer Faktorisierungen</li> </ul> |
| Literatur  | Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.   |
| Lehrveranstaltungen  | Vorlesung 4 SWS<br>Gesamt 4 SWS  |
| Lernformen   | Eigenständiges Studium zur Verfügung gestellter wissenschaftlicher Publikationen, Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium; integrierte Übungsanteile auch in Form von Programmieraufgaben  |
| Arbeitsaufwand für Studierende   | Präsenzzeit 60 Std.<br>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit 60 Std.<br>Übungsaufgaben 30 Std.<br>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung 30 Std.<br>Gesamtarbeitsaufwand 180 Std.   |
| Prüfungsvorleistungen  | keine  |
| Prüfungsleistungen/ Vorausset-<br>zungen für einen erfolgreichen<br>Modulabschluss | Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder Mündliche Prüfung (20 Minuten)<br>Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.  |
| Regelprüfungstermin  | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |

| Kategorie   | Inhalt   |
|-------------|--|
| Bewertung   | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |
| Hinweise    | Die Klausur kann gemäß RPO auch als Multiple-Choice-Prüfung, E-Klausur oder Hausklausur abgelegt werden. Die Prüfungsform ist spätestens in der zweiten Vorlesungswoche durch die Prüfperson bekanntzugeben. |
| Modulnummer | 2151100  |

# Projekt Datenwissenschaften

| Kategorie  | Inhalt  |
|--|---|
| Modulbezeichnung (englisch)  | Data Science Project  |
| Leistungspunkte  | 6   |
| Modulverantwortlich  | MNF/Institut für Mathematik (IfMA)  |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner   | Prüfungsamt/ Studienbüro  |
| Sprache  | Deutsch oder Englisch   |
| Zulassungsbeschränkung   | keine   |
| Modulniveau  | Masterstudiengang - weiterführend   |
| Zwingende Teilnahmevoraus-<br>setzung  | keine   |
| Empfohlene Teilnahmevoraus-<br>setzung   | keine   |
| Zuordnung zu Curricula   | M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Mathematik 25.06.2020  |
| Dauer des Moduls   | 1 Semester  |
| Beginn/ Angebotsturnus   | jedes Semester  |
| Lern- und Qualifikationsziele  | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• können ihr im Studium erworbenes Wissen praktisch anwenden,</li> <li>• organisieren sich selbstständig und eigenverantwortlich,</li> <li>• erwerben erste Erfahrungen in der Projektorganisation und Projektdurchführung,</li> <li>• können eigenständig Recherchen, präsentieren und kommunizieren.</li> <li>• üben das fachübergreifende Denken.</li> </ul> |
| Lehrinhalte  | Die Studierenden bearbeiten, angeleitet durch Hochschullehrer/innen des Instituts für Mathematik bzw. des Instituts für Informatik, ein Forschungsprojekt oder Anwendungsprojekt auf dem Gebiet der Mathematischen Grundlagen der Datenwissenschaften und der Digitalisierung.  |
| Literatur  | themenspezifisch  |
| Lehrveranstaltungen  | Konsultation 1 SWS<br>Gesamt 1 SWS  |
| Lernformen   | Selbststudium, Austausch im Rahmen von Konsultationen, Literaturstudium   |
| Arbeitsaufwand für Studierende   | Präsenzzeit 15 Std.<br>Praxis 150 Std.<br>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung 15 Std.<br>Gesamtarbeitsaufwand 180 Std.   |
| Prüfungsvorleistungen  | keine   |
| Prüfungsleistungen/ Vorausset-<br>zungen für einen erfolgreichen<br>Modulabschluss | Prüfungsleistung: Bericht/ Dokumentation - 10-20 Seiten   |
| Regelprüfungstermin  | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.   |
| Bewertung  | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.   |
| Hinweise   | Projekt (4-8 Wochen)  |
| Modulnummer  | 2151110   |

# Schwingungen und Wellen: Numerische Methoden und Anwendungen

| Kategorie                                | Inhalt   |
|--|--|
| Modulbezeichnung (englisch)              | Oscillations and Waves: Numerical Methods and Applications   |
| Leistungspunkte                          | 6  |
| Modulverantwortlich                      | MNF/Institut für Mathematik (IfMA)   |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner | apl. Prof. Dr. Kurt Frischmuth   |
| Sprache                                  | Deutsch  |
| Zulassungsbeschränkung                   | keine  |
| Modulniveau                              | Masterstudiengang - spezialisierend  |
| Zwingende Teilnahmevoraus-<br>setzung    | keine  |
| Empfohlene Teilnahmevoraus-<br>setzung   | Module Numerische Behandlung gewöhnlicher Differentialgleichungen und Modellierung (Anfangswertprobleme, explizite und implizite Lösungsverfahren), Numerische Behandlung partieller Differentialgleichungen (Differenzenverfahren, Semidiskretisierungsmethode, Konvergenztheorie Fehlerabschätzungen)  |
| Zuordnung zu Curricula                   | M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>M.Sc. Mathematik 15.07.2019<br>M.Sc. Mathematik 26.09.2018<br>M.Sc. Mathematik 27.05.2015<br>M.Sc. Mathematik<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 15.07.2019<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 26.09.2018<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 27.05.2015<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik |
| Dauer des Moduls                         | 1 Semester   |
| Beginn/ Angebotsturnus                   | unregelmäßig   |
| Lern- und Qualifikationsziele            | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Herleitung und Lösung von Schwingungs- und Wellengleichungen,</li> <li>• verfügen über analytisches Hintergrundwissen zu den behandelten Differentialgleichungen,</li> <li>• sind kompetent in der Auswahl numerischer Verfahren nach Genauigkeits- und Aufwandskriterien.</li> </ul>                         |
| Lehrinhalte                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewegungsgleichungen</li> <li>• Schwingungsformen und kritische Frequenzen</li> <li>• Klassische Wellengleichung</li> <li>• Bernoulli-Euler-Gleichung</li> <li>• Dispersionsgleichung</li> <li>• Sommerfeld-Bedingungen</li> <li>• Travelling-force-Probleme</li> </ul>   |
| Literatur                                | Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.   |
| Lehrveranstaltungen                      | Vorlesung 4 SWS<br>Gesamt 4 SWS  |
| Lernformen                               | Literaturstudium, Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium  |
| Arbeitsaufwand für Studierende           | Präsenzzeit 60 Std.<br>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit 80 Std.<br>Übungsaufgaben 15 Std.<br>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung 25 Std.<br>Gesamtarbeitsaufwand 180 Std.   |
| Prüfungsvorleistungen                    | keine  |

| Kategorie  | Inhalt   |
|--|--|
| Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss | Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung (20 Minuten) oder Klausur (90 Minuten)<br>Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.  |
| Regelprüfungstermin  | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |
| Bewertung  | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |
| Hinweise   | Die Klausur kann gemäß RPO auch als Multiple-Choice-Prüfung, E-Klausur oder Hausklausur abgelegt werden. Die Prüfungsform ist spätestens in der zweiten Vorlesungswoche durch die Prüfperson bekanntzugeben. |
| Modulnummer  | 2150550  |

# Seminar Algebra / Diskrete Mathematik / Geometrie / Optimierung

| Kategorie  | Inhalt  |
|--|---|
| Modulbezeichnung (englisch)  | Seminar Algebra / Discrete Mathematics / Geometry / Optimization  |
| Leistungspunkte  | 3   |
| Modulverantwortlich  | MNF/Institut für Mathematik (IfMA)  |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner                                   | Dr. Frieder Ladisch,<br>Prof. Dr. Achill Schürmann,<br>Prof. Dr. Gohar Kyureghyan,<br>Prof. Dr. Jan-Christoph Schlage-Puchta  |
| Sprache  | Deutsch   |
| Zulassungsbeschränkung   | keine   |
| Modulniveau  | Masterstudiengang - weiterführend   |
| Zwingende Teilnahmevoraussetzung   | keine   |
| Empfohlene Teilnahmevoraussetzung  | Module der Algebra oder der Diskreten Mathematik oder der Geometrie oder der Optimierung, je nach Themenstellung  |
| Zuordnung zu Curricula   | M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>M.Sc. Mathematik 15.07.2019<br>M.Sc. Mathematik 26.09.2018<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 15.07.2019<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 26.09.2018  |
| Dauer des Moduls   | 1 Semester  |
| Beginn/ Angebotsturnus   | Wintersemester  |
| Lern- und Qualifikationsziele  | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• erarbeite sich weiterführende mathematische Literatur selbständig,</li> <li>• formulieren mathematische Fragen genau,</li> <li>• stellen ihre Erkenntnisse in einem längeren, selbst konzipierten Vortrag sicher vor und diskutieren mathematische Sachverhalte mit einem fachkundigen Auditorium.</li> </ul> |
| Lehrinhalte  | Vertiefte Behandlung eines Themengebiets der Algebra, Diskreten Mathematik, Geometrie oder Optimierung und angrenzender Arbeitsgebiete anhand von Originalarbeiten oder Monographien.   |
| Literatur  | Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.  |
| Lehrveranstaltungen  | Seminar (Anwesenheitspflicht) 2 SWS<br>Gesamt 2 SWS   |
| Lernformen   | Halten eines Referates, Literaturstudium, Selbststudium   |
| Arbeitsaufwand für Studierende   | Präsenzzeit 30 Std.<br>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung 60 Std.<br>Gesamtarbeitsaufwand 90 Std.   |
| Prüfungsvorleistungen  | Anwesenheitspflicht in den Veranstaltungsarten: Seminar   |
| Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss | Prüfungsleistung: Sonstige Prüfungsform (90 Minuten) - Gestaltung eines Seminars, mit schriftlicher Zusammenfassung des Referats, gegebenenfalls schriftlicher Ausarbeitung des Referates<br>Diese Prüfungsleistung ist unbenotet.  |
| Regelprüfungstermin  | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.   |
| Bewertung  | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.   |
| Hinweise   | keine   |
| Modulnummer  | 2150850   |

## Seminar Analysis / Numerische Mathematik

| Kategorie  | Inhalt   |
|--|--|
| Modulbezeichnung (englisch)  | Seminar Analysis / Numerical Analysis  |
| Leistungspunkte  | 3  |
| Modulverantwortlich  | MNF/Institut für Mathematik (IfMA)   |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner                                   | Michela Egidi Ph.D.,<br>Prof. Dr. Jens Starke,<br>Prof. Dr. Klaus Neymeyr,<br>Prof. Dr. Michael Dreher,<br>Prof. Dr. Peter Takác Ph.D.,<br>apl. Prof. Dr. Kurt Frischmuth  |
| Sprache  | Deutsch  |
| Zulassungsbeschränkung   | keine  |
| Modulniveau  | Masterstudiengang - weiterführend  |
| Zwingende Teilnahmevoraussetzung   | keine  |
| Empfohlene Teilnahmevoraussetzung  | Wahlpflichtmodule des Masterstudiums auf den Gebieten der Analysis bzw. der Numerischen Mathematik   |
| Zuordnung zu Curricula   | M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>M.Sc. Mathematik 15.07.2019<br>M.Sc. Mathematik 26.09.2018<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 15.07.2019<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 26.09.2018   |
| Dauer des Moduls   | 1 Semester   |
| Beginn/ Angebotsturnus   | Wintersemester   |
| Lern- und Qualifikationsziele  | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• haben ihre Fertigkeiten im selbständigen wissenschaftlichen Arbeiten vertieft,</li> <li>• können sich in weiterführende mathematische Literatur einarbeiten und darauf aufbauend einen wissenschaftlichen Vortrag ausarbeiten und halten,</li> <li>• können geeignete Präsentationsmittel auswählen,</li> <li>• können sich aktiv an den wissenschaftlichen Diskussionen beteiligen,</li> <li>• können eine schriftliche Zusammenfassung oder Ausarbeitung des Referats verfassen, unter Einsatz wissenschaftlicher Textverarbeitungsprogramme (LaTeX).</li> </ul> |
| Lehrinhalte  | Vertiefte Behandlung eines Themengebiets der Analysis oder Numerischen Mathematik und angrenzender Arbeitsgebiete, etwa der angewandten Mathematik, anhand von Originalarbeiten oder Monographien.   |
| Literatur  | Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.   |
| Lehrveranstaltungen  | Seminar (Anwesenheitspflicht) 2 SWS<br>Gesamt 2 SWS  |
| Lernformen   | Halten eines Referates, Literaturstudium, Selbststudium  |
| Arbeitsaufwand für Studierende   | Präsenzzeit 30 Std.<br>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung 60 Std.<br>Gesamtarbeitsaufwand 90 Std.  |
| Prüfungsvorleistungen  | Anwesenheitspflicht in den Veranstaltungsarten: Seminar  |
| Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss | Prüfungsleistung: Sonstige Prüfungsform (90 Minuten) - Gestaltung eines Seminars, mit schriftlicher Zusammenfassung des Referats, gegebenenfalls schriftlicher Ausarbeitung des Referates<br>Diese Prüfungsleistung ist unbenotet.   |
| Regelprüfungstermin  | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |



| Kategorie   | Inhalt  |
|-------------|---|
| Bewertung   | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung. |
| Hinweise    | keine   |
| Modulnummer | 2150860   |

# Seminar Finanzmathematik / Statistik / Wahrscheinlichkeitstheorie

| Kategorie  | Inhalt  |
|--|---|
| Modulbezeichnung (englisch)  | Seminar Financial Mathematics / Statistics / Probability Theory   |
| Leistungspunkte  | 3   |
| Modulverantwortlich  | MNF/Institut für Mathematik (IfMA)  |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner                                   | N.N.,<br>Prof. Dr. Alexander Meister,<br>Prof. Dr. Holger Werner Kösters  |
| Sprache  | Deutsch   |
| Zulassungsbeschränkung   | keine   |
| Modulniveau  | Masterstudiengang - weiterführend   |
| Zwingende Teilnahmevoraussetzung   | keine   |
| Empfohlene Teilnahmevoraussetzung  | Wahlpflichtmodule der Stochastik oder der Versicherungsmathematik, je nach Themenstellung   |
| Zuordnung zu Curricula   | M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 14.07.2022  |
| Dauer des Moduls   | 1 Semester  |
| Beginn/ Angebotsturnus   | Wintersemester  |
| Lern- und Qualifikationsziele  | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• erwerben die Fähigkeit, sich anhand von Literatur eigenständig mit einem vertieften Thema aus der Finanz- und Versicherungsmathematik, der Mathematischen Statistik oder der Wahrscheinlichkeitstheorie auseinanderzusetzen</li> <li>• können dieses Thema in einem verständlichen Vortrag präsentieren sowie mit den Seminarteilnehmer:innen diskutieren.</li> </ul> |
| Lehrinhalte  | Vertiefte Behandlung eines Themengebiets der Finanz- und Versicherungsmathematik, Statistik oder Wahrscheinlichkeitstheorie sowie angrenzender Arbeitsgebiete   |
| Literatur  | Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.  |
| Lehrveranstaltungen  | Seminar (Anwesenheitspflicht) 2 SWS<br>Gesamt 2 SWS   |
| Lernformen   | Halten eines Referates, Literaturstudium, Selbststudium   |
| Arbeitsaufwand für Studierende   | Präsenzzeit 30 Std.<br>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung 60 Std.<br>Gesamtarbeitsaufwand 90 Std.   |
| Prüfungsvorleistungen  | Anwesenheitspflicht in den Veranstaltungsarten: Seminar   |
| Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss | Prüfungsleistung: Sonstige Prüfungsform (90 Minuten) - Gestaltung eines Seminars, mit schriftlicher Zusammenfassung des Referats, gegebenenfalls schriftlicher Ausarbeitung des Referates<br>Diese Prüfungsleistung ist unbenotet.  |
| Regelprüfungstermin  | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.   |
| Bewertung  | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.   |
| Hinweise   | keine   |
| Modulnummer  | 2151120   |

# Spezielle Matrizen

| Kategorie  | Inhalt   |
|--|--|
| Modulbezeichnung (englisch)  | Special Matrices   |
| Leistungspunkte  | 6  |
| Modulverantwortlich  | MNF/IfMA/Numerische Mathematik: Numerische Mathematik  |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner                                   | Prof. Dr. Klaus Neymeyr  |
| Sprache  | Deutsch  |
| Zulassungsbeschränkung   | keine  |
| Modulniveau  | Masterstudiengang - spezialisierend  |
| Zwingende Teilnahmevoraussetzung   | keine  |
| Empfohlene Teilnahmevoraussetzung  | Lineare Algebra 1: Einführung in die Lineare Algebra, Lineare Algebra 2: Lineare und Multilineare Algebra, Numerische Mathematik   |
| Zuordnung zu Curricula   | B.Sc. Mathematik<br>M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>M.Sc. Mathematik 15.07.2019<br>M.Sc. Mathematik 26.09.2018<br>M.Sc. Mathematik 27.05.2015<br>M.Sc. Mathematik<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 15.07.2019<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 26.09.2018<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 27.05.2015<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik |
| Dauer des Moduls   | 1 Semester   |
| Beginn/ Angebotsturnus   | unregelmäßig   |
| Lern- und Qualifikationsziele  | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• erkennen und analysieren mathematische Problemfelder, in denen Matrizen mit speziellen Eigenschaften auftreten,</li> <li>• setzen numerische Verfahren im Zusammenhang mit speziellen Matrizen ein.</li> </ul>   |
| Lehrinhalte  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beispiele spezieller Matrizen mit Anwendungen</li> <li>• Eigenschaften spezieller Matrizen (z.B. von nichtnegativen Matrizen, M-Matrizen, H-Matrizen, zirkulanten Matrizen)</li> <li>• Numerische Behandlung von Problemstellungen im Zusammenhang mit speziellen Matrizen</li> </ul>   |
| Literatur  | Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.   |
| Lehrveranstaltungen  | Vorlesung 4 SWS<br>Gesamt 4 SWS  |
| Lernformen   | Literaturstudium, Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium  |
| Arbeitsaufwand für Studierende   | Präsenzzeit 60 Std.<br>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit 80 Std.<br>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung 40 Std.<br>Gesamtarbeitsaufwand 180 Std.   |
| Prüfungsvorleistungen  | keine  |
| Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss | Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder Mündliche Prüfung (20 Minuten)<br>Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.  |
| Regelprüfungstermin  | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |
| Bewertung  | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |

| Kategorie   | Inhalt   |
|-------------|--|
| Hinweise    | Die Klausur kann gemäß RPO auch als Multiple-Choice-Prüfung, E-Klausur oder Hausklausur abgelegt werden. Die Prüfungsform ist spätestens in der zweiten Vorlesungswoche durch die Prüfperson bekanntzugeben. |
| Modulnummer | 2150630  |

# Statistik Stochastischer Prozesse

| Kategorie  | Inhalt   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
|--|--|-------------|---------|--|---------|----------------|---------|--|---------|----------------------|----------|
| Modulbezeichnung (englisch)  | Statistics for Stochastic Processes  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Leistungspunkte  | 6  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Modulverantwortlich  | MNF/IfMA/Mathematische Statistik mit Schwerpunkt stochastische Prozesse  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner                                   | Prof. Dr. Alexander Meister  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Sprache  | Deutsch  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zulassungsbeschränkung   | keine  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Modulniveau  | Masterstudiengang - spezialisierend  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zwingende Teilnahmevoraussetzung   | keine  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Empfohlene Teilnahmevoraussetzung  | Kenntnisse entsprechend dem Modul Stochastik für Bachelor Mathematik   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zuordnung zu Curricula   | M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>M.Sc. Mathematik 15.07.2019<br>M.Sc. Mathematik 26.09.2018<br>M.Sc. Mathematik 27.05.2015<br>M.Sc. Mathematik<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 15.07.2019<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 26.09.2018<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 27.05.2015<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Dauer des Moduls   | 1 Semester   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Beginn/ Angebotsturnus   | unregelmäßig   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lern- und Qualifikationsziele  | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind befähigt, reale Sachverhalte durch Zeitreihen zu modellieren,</li> <li>• sind sicher im Umgang mit der statistischen Analyse abhängiger Daten,</li> <li>• besitzen die Fähigkeit zur Analyse funktionaler Daten.</li> </ul>   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lehrinhalte  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zeitreihenanalyse</li> <li>• Stationarität, Spektralanalyse, ARMA- und (G)ARCH-Modelle</li> <li>• Prognosen, Schätzungen der Autokovarianz und der Modellparameter</li> <li>• Analyse funktionaler Daten, Hauptkomponentenanalyse</li> </ul>  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Literatur  | keine  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lehrveranstaltungen  | <table border="0"> <tr> <td>Übung</td> <td>1 SWS</td> </tr> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>3 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>4 SWS</td> </tr> </table>  | Übung       | 1 SWS   | Vorlesung                                | 3 SWS   | Gesamt         | 4 SWS   |  |         |                      |          |
| Übung  | 1 SWS  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Vorlesung  | 3 SWS  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Gesamt   | 4 SWS  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lernformen   | Literaturstudium, Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Arbeitsaufwand für Studierende   | <table border="0"> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td>20 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>40 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>180 Std.</td> </tr> </table>                  | Präsenzzeit | 60 Std. | Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit | 60 Std. | Übungsaufgaben | 20 Std. | Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung | 40 Std. | Gesamtarbeitsaufwand | 180 Std. |
| Präsenzzeit  | 60 Std.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit                                   | 60 Std.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Übungsaufgaben   | 20 Std.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung                         | 40 Std.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Gesamtarbeitsaufwand   | 180 Std.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsvorleistungen  | keine  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss | Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung (20 Minuten) oder Klausur (90 Minuten)<br>Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Regelprüfungstermin  | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Bewertung  | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |

| Kategorie   | Inhalt   |
|-------------|--|
| Hinweise    | Die Klausur kann gemäß RPO auch als Multiple-Choice-Prüfung, E-Klausur oder Hausklausur abgelegt werden. Die Prüfungsform ist spätestens in der zweiten Vorlesungswoche durch die Prüfperson bekanntzugeben. |
| Modulnummer | 2150320  |

# Statistische Modelle der Demographie

| Kategorie  | Inhalt  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
|--|---|-------------|---------|--|---------|----------------|---------|--|---------|----------------------|----------|
| Modulbezeichnung (englisch)  | Statistical Models of Demography  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Leistungspunkte  | 6   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Modulverantwortlich  | MNF/IfMA/Mathematische Statistik mit Schwerpunkt stochastische Prozesse   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner                                   | Dr. Klaus-Thomas Heß,<br>Prof. Dr. Alexander Meister  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Sprache  | Deutsch   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zulassungsbeschränkung   | keine   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Modulniveau  | Masterstudiengang - weiterführend   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zwingende Teilnahmevoraussetzung   | keine   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Empfohlene Teilnahmevoraussetzung  | Kenntnisse entsprechend dem Modul Stochastik für Bachelor Mathematik  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zuordnung zu Curricula   | M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 14.07.2022  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Dauer des Moduls   | 1 Semester  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Beginn/ Angebotsturnus   | unregelmäßig im Wintersemester  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lern- und Qualifikationsziele  | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• können Populationsentwicklungen stochastisch modellieren,</li> <li>• können Verzweigungsprozesse statistisch analysieren,</li> <li>• beherrschen statistische Verfahren zur Analyse zensierter Daten.</li> </ul>  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lehrinhalte  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Galton-Watson-Verzweigungsprozesse</li> <li>• Schätzungen und Prognose bei Populationsmodellen</li> <li>• Bevölkerungspyramiden</li> <li>• Schätzungen bei zensierten Daten</li> <li>• Zustandsmodelle, Markov-Ketten</li> </ul>   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Literatur  | Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lehrveranstaltungen  | <table border="0"> <tr> <td>Übung</td> <td>1 SWS</td> </tr> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>3 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>4 SWS</td> </tr> </table>   | Übung       | 1 SWS   | Vorlesung                                | 3 SWS   | Gesamt         | 4 SWS   |  |         |                      |          |
| Übung  | 1 SWS   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Vorlesung  | 3 SWS   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Gesamt   | 4 SWS   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lernformen   | Literaturstudium, Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Arbeitsaufwand für Studierende   | <table border="0"> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td>20 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>40 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>180 Std.</td> </tr> </table> | Präsenzzeit | 60 Std. | Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit | 60 Std. | Übungsaufgaben | 20 Std. | Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung | 40 Std. | Gesamtarbeitsaufwand | 180 Std. |
| Präsenzzeit  | 60 Std.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit                                   | 60 Std.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Übungsaufgaben   | 20 Std.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung                         | 40 Std.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Gesamtarbeitsaufwand   | 180 Std.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsvorleistungen  | keine   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss | Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder Mündliche Prüfung (20 Minuten)<br>Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Regelprüfungstermin  | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Bewertung  | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Hinweise   | Das Modul findet jedes zweite Wintersemester statt.<br>Die Klausur kann gemäß RPO auch als Multiple-Choice-Prüfung, E-Klausur oder Hausklausur abgelegt werden. Die Prüfungsform ist spätestens in der zweiten Vorlesungswoche durch die Prüfperson bekanntzugeben.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Modulnummer  | 2151140   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |

# Variationsrechnung und Kontinuumsmechanik

| Kategorie  | Inhalt  |             |         |  |         |                              |         |  |         |                      |          |
|--|---|-------------|---------|--|---------|------------------------------|---------|--|---------|----------------------|----------|
| Modulbezeichnung (englisch)                        | Calculus of Variations and Continuum Mechanics  |             |         |  |         |                              |         |  |         |                      |          |
| Leistungspunkte                                    | 6   |             |         |  |         |                              |         |  |         |                      |          |
| Modulverantwortlich                                | MNF/IfMA/Analysis: Angewandte Analysis  |             |         |  |         |                              |         |  |         |                      |          |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner           | Prof. Dr. Peter Takác Ph.D.   |             |         |  |         |                              |         |  |         |                      |          |
| Sprache  | Deutsch   |             |         |  |         |                              |         |  |         |                      |          |
| Zulassungsbeschränkung                             | keine   |             |         |  |         |                              |         |  |         |                      |          |
| Modulniveau  | Masterstudiengang - spezialisierend   |             |         |  |         |                              |         |  |         |                      |          |
| Zwingende Teilnahmevoraus-<br>setzung              | keine   |             |         |  |         |                              |         |  |         |                      |          |
| Empfohlene Teilnahmevoraus-<br>setzung             | Kenntnisse und Kompetenzen auf den Gebieten Funktionalanalysis und Partielle Differentialgleichungen.   |             |         |  |         |                              |         |  |         |                      |          |
| Zuordnung zu Curricula                             | M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>M.Sc. Mathematik 15.07.2019<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 15.07.2019   |             |         |  |         |                              |         |  |         |                      |          |
| Dauer des Moduls                                   | 1 Semester  |             |         |  |         |                              |         |  |         |                      |          |
| Beginn/ Angebotsturnus                             | unregelmäßig  |             |         |  |         |                              |         |  |         |                      |          |
| Lern- und Qualifikationsziele                      | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Methoden der Variationsrechnung und können sie auf konkrete und praktische Aufgaben der Kontinuumsmechanik anwenden,</li> <li>• verstehen die elementaren Eigenschaften des Hilbertraums im Vergleich zu einem endlich-dimensionalen euklidischen Raum.</li> </ul>   |             |         |  |         |                              |         |  |         |                      |          |
| Lehrinhalte  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementare Eigenschaften des Hilbertraums, Begriffe eines Differentials (Gâteaux- und Fréchet-) von Funktionen auf Hilberträumen</li> <li>• schwache Konvergenz in einem Hilbertraum und ihre Anwendung auf konvexe Funktionale, Bestimmung von (globalen) Minimalstellen (Existenz und Eindeutigkeit)</li> <li>• „kompakte“ Störungen von konvexen Funktionalen, Koerzitivität, Bestimmung von (globalen) Minimalstellen (Existenz), Eindeutigkeit und Nichteindeutigkeit von kritischen Stellen</li> <li>• Sattelpunkte von nichtkonvexen Funktionalen, Deformationslemma und der „Bergpaß-Satz“ in einem Hilbertraum</li> <li>• Anwendungen auf semilineare elliptische partielle Differentialgleichungen zweiter Ordnung: Existenz, Eindeutigkeit und Nichteindeutigkeit von schwachen Lösungen in Sobolevräumen</li> <li>• Grundbegriffe der Kontinuumsmechanik</li> <li>• Variationsmethoden für lineare und semilineare Aufgaben in der Kontinuumsmechanik</li> </ul> |             |         |  |         |                              |         |  |         |                      |          |
| Literatur  | Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.  |             |         |  |         |                              |         |  |         |                      |          |
| Lehrveranstaltungen                                | <table border="0"> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>3 SWS</td> </tr> <tr> <td>Übung</td> <td>1 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>4 SWS</td> </tr> </table>   | Vorlesung   | 3 SWS   | Übung                                    | 1 SWS   | Gesamt                       | 4 SWS   |  |         |                      |          |
| Vorlesung  | 3 SWS   |             |         |  |         |                              |         |  |         |                      |          |
| Übung  | 1 SWS   |             |         |  |         |                              |         |  |         |                      |          |
| Gesamt   | 4 SWS   |             |         |  |         |                              |         |  |         |                      |          |
| Lernformen   | Literaturstudium, Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium   |             |         |  |         |                              |         |  |         |                      |          |
| Arbeitsaufwand für Studierende                     | <table border="0"> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Strukturiertes Selbststudium</td> <td>20 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>40 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>180 Std.</td> </tr> </table>   | Präsenzzeit | 60 Std. | Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit | 60 Std. | Strukturiertes Selbststudium | 20 Std. | Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung | 40 Std. | Gesamtarbeitsaufwand | 180 Std. |
| Präsenzzeit  | 60 Std.   |             |         |  |         |                              |         |  |         |                      |          |
| Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit           | 60 Std.   |             |         |  |         |                              |         |  |         |                      |          |
| Strukturiertes Selbststudium                       | 20 Std.   |             |         |  |         |                              |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung | 40 Std.   |             |         |  |         |                              |         |  |         |                      |          |
| Gesamtarbeitsaufwand                               | 180 Std.  |             |         |  |         |                              |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsvorleistungen                              | keine   |             |         |  |         |                              |         |  |         |                      |          |



| Kategorie  | Inhalt   |
|--|--|
| Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss | Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung (20 Minuten) oder Klausur (90 Minuten)<br>Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.  |
| Regelprüfungstermin  | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |
| Bewertung  | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |
| Hinweise   | Die Klausur kann gemäß RPO auch als Multiple-Choice-Prüfung, E-Klausur oder Hausklausur abgelegt werden. Die Prüfungsform ist spätestens in der zweiten Vorlesungswoche durch die Prüfperson bekanntzugeben. |
| Modulnummer  | 2150900  |

## Wahrscheinlichkeitstheorie 2

| Kategorie  | Inhalt   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
|--|--|-------------|---------|--|---------|----------------|---------|--|---------|----------------------|----------|
| Modulbezeichnung (englisch)  | Probability Theory 2   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Leistungspunkte  | 6  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Modulverantwortlich  | MNF/Institut für Mathematik (IfMA)   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner   | N.N.,<br>Prof. Dr. Alexander Meister,<br>Prof. Dr. Holger Werner Kösters   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Sprache  | Deutsch  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zulassungsbeschränkung   | keine  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Modulniveau  | Masterstudiengang - weiterführend  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zwingende Teilnahmevoraus-<br>setzung  | keine  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Empfohlene Teilnahmevoraus-<br>setzung   | Kenntnisse entsprechend dem Modul Stochastik für Bachelor Mathematik   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zuordnung zu Curricula   | M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>M.Sc. Mathematik 15.07.2019<br>M.Sc. Mathematik 26.09.2018<br>M.Sc. Mathematik 27.05.2015<br>M.Sc. Mathematik<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 15.07.2019<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 26.09.2018<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 27.05.2015<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Dauer des Moduls   | 1 Semester   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Beginn/ Angebotsturnus   | Wintersemester   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lern- und Qualifikationsziele  | Die Studierenden erlangen vertiefende Erkenntnisse in der Wahrscheinlichkeitstheorie, insbesondere zur Theorie und zu den Anwendungen Stochastischer Prozesse.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lehrinhalte  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reguläre bedingte Verteilungen unter einer Sigma-Algebra, Markovsche Kerne</li> <li>• Filtration, adaptierter Prozess, (Sub-)Martingal, Stopppzeiten, Martingal-Konvergenzsatz, Optimales Stoppen</li> <li>• Satz von Kolmogoroff über die Existenz stochastischer Prozesse, Wiener-Prozess, Lévy-Prozesse</li> <li>• Schwache Konvergenz von Wahrscheinlichkeitsmaßen auf Polnischen Räumen, Satz von Prokhorov, Funktionaler Zentraler Grenzwertsatz</li> </ul> |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Literatur  | Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lehrveranstaltungen  | <table border="0"> <tr> <td>Übung</td> <td>1 SWS</td> </tr> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>3 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>4 SWS</td> </tr> </table>  | Übung       | 1 SWS   | Vorlesung                                | 3 SWS   | Gesamt         | 4 SWS   |  |         |                      |          |
| Übung  | 1 SWS  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Vorlesung  | 3 SWS  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Gesamt   | 4 SWS  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lernformen   | Literaturstudium, Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Arbeitsaufwand für Studierende   | <table border="0"> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td>20 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>40 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>180 Std.</td> </tr> </table>  | Präsenzzeit | 60 Std. | Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit | 60 Std. | Übungsaufgaben | 20 Std. | Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung | 40 Std. | Gesamtarbeitsaufwand | 180 Std. |
| Präsenzzeit  | 60 Std.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit   | 60 Std.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Übungsaufgaben   | 20 Std.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung                                 | 40 Std.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Gesamtarbeitsaufwand   | 180 Std.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsvorleistungen  | keine  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsleistungen/ Vorausset-<br>zungen für einen erfolgreichen<br>Modulabschluss | Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder<br>Mündliche Prüfung (20 Minuten)<br>Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten<br>Vorlesungswoche.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Regelprüfungstermin  | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs-<br>und Studienordnung.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |

| Kategorie   | Inhalt   |
|-------------|--|
| Bewertung   | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |
| Hinweise    | Die Klausur kann gemäß RPO auch als Multiple-Choice-Prüfung, E-Klausur oder Hausklausur abgelegt werden. Die Prüfungsform ist spätestens in der zweiten Vorlesungswoche durch die Prüfperson bekanntzugeben. |
| Modulnummer | 2150310  |

# Wissenschaftliches Rechnen und Dynamische Systeme

| Kategorie  | Inhalt  |
|--|---|
| Modulbezeichnung (englisch)  | Scientific Computing and Dynamical Systems  |
| Leistungspunkte  | 6   |
| Modulverantwortlich  | MNF/Institut für Mathematik (IfMA)  |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner                                   | Prof. Dr. Jens Starke   |
| Sprache  | Deutsch oder Englisch   |
| Zulassungsbeschränkung   | keine   |
| Modulniveau  | Masterstudiengang - weiterführend   |
| Zwingende Teilnahmevoraussetzung   | Kenntnisse in Analysis und Linearer Algebra   |
| Empfohlene Teilnahmevoraussetzung  | Kenntnisse aus den Modulen Numerik gewöhnlicher Differenzialgleichungen und Modellierung und Dynamische Systeme   |
| Zuordnung zu Curricula   | M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 14.07.2022   |
| Dauer des Moduls   | 1 Semester  |
| Beginn/ Angebotsturnus   | unregelmäßig  |
| Lern- und Qualifikationsziele  | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen Konzepte und Anwendungen des wissenschaftlichen Rechnens, dynamischer Systeme und der Bifurkationstheorie,</li> <li>• können Probleme dieser Thematik selbständig lösen und ihre Lösungen fachkundig präsentieren</li> <li>• können die in der Vorlesung behandelten Techniken interdisziplinär einsetzen und auf neue Problemstellungen übertragen</li> </ul> |
| Lehrinhalte  | Fortgeschrittene klassische und aktuelle Themen des wissenschaftlichen Rechnens, insbesondere mathematische Modellierung, dynamische Systeme und Bifurkationsanalyse (z.B. dynamische Systeme mit verschiedenen Zeitskalen, Skalierungen und Blowing-up Techniken, Bifurkationen mit höherer Kodimension, equation-free analysis)   |
| Literatur  | Literaturhinweise werden in der Vorlesung gegeben   |
| Lehrveranstaltungen  | Integrierte Lehrveranstaltung 4 SWS<br>Gesamt 4 SWS   |
| Lernformen   | begleitendes Literaturstudium, integrierte Übungsanteile einschließlich der Bearbeitung von Programmieraufgaben, Lösen und Präsentieren von Übungsaufgaben  |
| Arbeitsaufwand für Studierende   | Präsenzzeit 60 Std.<br>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit 30 Std.<br>Übungsaufgaben 30 Std.<br>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung 60 Std.<br>Gesamtarbeitsaufwand 180 Std.  |
| Prüfungsvorleistungen  | Präsentation von zwei Übungsaufgaben  |
| Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss | Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung (25 Minuten)  |
| Regelprüfungstermin  | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.   |
| Bewertung  | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.   |
| Hinweise   | keine   |
| Modulnummer  | 2151220   |

# Zahlentheorie

| Kategorie  | Inhalt   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
|--|--|-------------|---------|--|---------|----------------|---------|--|---------|----------------------|----------|
| Modulbezeichnung (englisch)  | Number Theory  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Leistungspunkte  | 6  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Modulverantwortlich  | MNF/IfMA/Algebra   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner                                   | Prof. Dr. Jan-Christoph Schlage-Puchta   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Sprache  | Deutsch  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zulassungsbeschränkung   | keine  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Modulniveau  | Masterstudiengang - weiterführend  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zwingende Teilnahmevoraussetzung   | keine  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Empfohlene Teilnahmevoraussetzung  | Module Analysis 1: Funktionen einer Veränderlichen, Analysis 2: Funktionen mehrerer Veränderlicher, Lineare Algebra 1: Einführung in die Lineare Algebra, Lineare Algebra 2: Lineare und multilineare Algebra  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zuordnung zu Curricula   | M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>M.Sc. Mathematik 15.07.2019<br>M.Sc. Mathematik 26.09.2018<br>M.Sc. Mathematik 27.05.2015<br>M.Sc. Mathematik<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 15.07.2019<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 26.09.2018<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 27.05.2015<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Dauer des Moduls   | 1 Semester   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Beginn/ Angebotsturnus   | unregelmäßig   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lern- und Qualifikationsziele  | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen Argumentationsweisen der Zahlentheorie,</li> <li>• können zahlentheoretische Fragen in ihren historischen Kontext einbetten.</li> </ul>   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lehrinhalte  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kongruenzen</li> <li>• Zahlentheoretische Funktionen</li> <li>• Verteilung der Primzahlen</li> <li>• Analytische Methoden, Exponentialsummen</li> <li>• Additive Zahlentheorie, Kreismethode</li> </ul>   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Literatur  | Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lehrveranstaltungen  | <table border="0"> <tr> <td>Übung</td> <td>1 SWS</td> </tr> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>3 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>4 SWS</td> </tr> </table>  | Übung       | 1 SWS   | Vorlesung                                | 3 SWS   | Gesamt         | 4 SWS   |  |         |                      |          |
| Übung  | 1 SWS  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Vorlesung  | 3 SWS  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Gesamt   | 4 SWS  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lernformen   | Literaturstudium, Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Arbeitsaufwand für Studierende   | <table border="0"> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td>20 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>40 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>180 Std.</td> </tr> </table>                  | Präsenzzeit | 60 Std. | Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit | 60 Std. | Übungsaufgaben | 20 Std. | Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung | 40 Std. | Gesamtarbeitsaufwand | 180 Std. |
| Präsenzzeit  | 60 Std.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit                                   | 60 Std.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Übungsaufgaben   | 20 Std.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung                         | 40 Std.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Gesamtarbeitsaufwand   | 180 Std.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsvorleistungen  | keine  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss | Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder Mündliche Prüfung (20 Minuten)<br>Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Regelprüfungstermin  | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Bewertung  | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |

| Kategorie   | Inhalt   |
|-------------|--|
| Hinweise    | Die Klausur kann gemäß RPO auch als Multiple-Choice-Prüfung, E-Klausur oder Hausklausur abgelegt werden. Die Prüfungsform ist spätestens in der zweiten Vorlesungswoche durch die Prüfperson bekanntzugeben. |
| Modulnummer | 2150580  |

# Zufallsmatrizen

| Kategorie  | Inhalt   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
|--|--|-------------|---------|--|---------|----------------|---------|--|---------|----------------------|----------|
| Modulbezeichnung (englisch)  | Random Matrices  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Leistungspunkte  | 6  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Modulverantwortlich  | MNF/Institut für Mathematik (IfMA)   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Ansprechpartnerinnen/<br>Ansprechpartner   | Prof. Dr. Holger Werner Kösters  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Sprache  | Deutsch oder Englisch  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zulassungsbeschränkung   | keine  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Modulniveau  | Masterstudiengang - spezialisierend  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zwingende Teilnahmevoraus-<br>setzung  | keine  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Empfohlene Teilnahmevoraus-<br>setzung   | Grundkenntnisse in den Bereichen Analysis, Lineare Algebra und Stochastik; weiter-<br>gehende Stochastik-Kenntnisse im Umfang des Aufbaumoduls Wahrscheinlichkeits-<br>theorie und Mathematische Statistik sind hilfreich, aber nicht notwendig.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Zuordnung zu Curricula   | M.Sc. Mathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Mathematik 25.06.2020<br>M.Sc. Mathematik 15.07.2019<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 14.07.2022<br>M.Sc. Wirtschaftsmathematik 15.07.2019  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Dauer des Moduls   | 1 Semester   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Beginn/ Angebotsturnus   | unregelmäßig   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lern- und Qualifikationsziele  | Die Studierenden sind in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• die wesentlichen Begriffe und Ergebnisse aus der (math.) Theorie der Zufallsmatrizen darzustellen und anzuwenden,</li> <li>• sich eigenständig mit fortgeschrittenen mathematischen Themen und fortgeschrittener mathematischer Literatur auseinanderzusetzen,</li> <li>• komplexere mathematische Sachverhalte zu präsentieren und zu diskutieren.</li> </ul> |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lehrinhalte  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Zufallsmatrixmodelle</li> <li>• Empirische Spektralverteilungen</li> <li>• Asymptotische Spektralverteilungen</li> <li>• Punktprozesse</li> <li>• Korrelationsfunktionen</li> </ul>  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Literatur  | Literaturhinweise werden in der Vorlesung bekannt gegeben.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lehrveranstaltungen  | <table border="0"> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>3 SWS</td> </tr> <tr> <td>Übung</td> <td>1 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>4 SWS</td> </tr> </table>  | Vorlesung   | 3 SWS   | Übung                                    | 1 SWS   | Gesamt         | 4 SWS   |  |         |                      |          |
| Vorlesung  | 3 SWS  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Übung  | 1 SWS  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Gesamt   | 4 SWS  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Lernformen   | begleitendes Selbststudium, begleitendes Literaturstudium, Bearbeiten von Übungsaufgaben; Präsentation und Diskussion von Lösungen von Übungsaufgaben  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Arbeitsaufwand für Studierende   | <table border="0"> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td>30 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>30 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>180 Std.</td> </tr> </table>  | Präsenzzeit | 60 Std. | Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit | 60 Std. | Übungsaufgaben | 30 Std. | Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung | 30 Std. | Gesamtarbeitsaufwand | 180 Std. |
| Präsenzzeit  | 60 Std.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit   | 60 Std.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Übungsaufgaben   | 30 Std.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung                                 | 30 Std.  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Gesamtarbeitsaufwand   | 180 Std.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsvorleistungen  | Präsentation von zwei Übungsaufgaben   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Prüfungsleistungen/ Vorausset-<br>zungen für einen erfolgreichen<br>Modulabschluss | Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung (25 Minuten)   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Regelprüfungstermin  | Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs-<br>und Studienordnung.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Bewertung  | Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studien-<br>ordnung.   |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Hinweise   | keine  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |
| Modulnummer  | 2150910  |             |         |  |         |                |         |  |         |                      |          |