

# Algebra

Kategorie	Inhalt										
Modulbezeichnung (englisch)	Algebra										
Leistungspunkte	6										
Modulverantwortlich	MNF/Institut für Mathematik (IfMA)										
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. Gohar Kyureghyan, Prof. Dr. Jan-Christoph Schlage-Puchta										
Sprache	Deutsch										
Zulassungsbeschränkung	keine										
Modulniveau	Bachelorstudiengang - weiterführend										
Zwingende Teilnahmevoraus- setzung	keine										
Empfohlene Teilnahmevoraus- 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										
Zuordnung zu Curricula	B.Sc. Mathematik 14.07.2022 B.Sc. Mathematik 25.06.2020 B.Sc. Mathematik 26.09.2018 B.Sc. Mathematik 27.05.2015										
Dauer des Moduls	1 Semester										
Beginn/ Angebotsturnus	Wintersemester										
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• haben einen mathematisch präzisen und anschaulich sicheren Umgang mit den Grundbegriffen der Algebra,</li> <li>• sind mit grundlegenden Aussagen und Methoden der Algebra und Zahlentheorie vertraut,</li> <li>• sind imstande, mathematische Methoden aus der Algebra und Zahlentheorie zur Lösung von verschiedenen Problemen einzusetzen. Insbesondere nutzen sie die Algebraisierung von geometrischen Konstruktionen zur Lösung der berühmten antiken Konstruktionsprobleme und wenden Kenntnisse der Zahlentheorie an, um moderne Methoden der Kryptologie zu verstehen,</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>• Gruppen: Homomorphismen und Normalteiler, Faktorgruppe, direkte Produkte, Isomorphiesätze, zyklische Gruppe, Strukturaussagen über endliche Gruppen</li> <li>• Ringe: Ideale, Faktorringe, maximale Ideale, Primideale</li> <li>• Körper: die drei griechischen Probleme (die Verdoppelung des Würfels, die Dreiteilung eines Winkels, die Quadratur des Kreises), Körpererweiterungen, Primkörper, endliche Körper</li> <li>• Elemente der Kryptologie: RSA, Primzahltests</li> <li>• Sätze der Zahlentheorie: der Chinesische Restsatz und die Eulersche phi-Funktion, die Sätze von Fermat, Euler und Wilson</li> </ul>										
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, 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>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.										

Kategorie	Inhalt
Prüfungsvorleistungen	Erreichen von mindestens 50% der Punkte beim Lösen der Pflichtaufgaben
Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder Mündliche Prüfung (30 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	2100790

# Analysis 1: Funktionen einer Veränderlichen

Kategorie	Inhalt						
Modulbezeichnung (englisch)	Analysis 1: Functions of a Single Variable						
Leistungspunkte	12						
Modulverantwortlich	MNF/Institut für Mathematik (IfMA)						
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. Michael Dreher						
Sprache	Deutsch						
Zulassungsbeschränkung	keine						
Modulniveau	Bachelorstudiengang - grundlagenorientiert						
Zwingende Teilnahmevoraus- setzung	keine						
Empfohlene Teilnahmevoraus- setzung	keine						
Zuordnung zu Curricula	B.Sc. Mathematik 14.07.2022 B.Sc. Mathematik 25.06.2020 B.Sc. Mathematik 26.09.2018 B.Sc. Mathematik 27.05.2015 B.Sc. Mathematik LA Gym Mathematik 14.07.2022 B.A. Wirtschaftspädagogik						
Dauer des Moduls	1 Semester						
Beginn/ Angebotsturnus	Wintersemester						
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind mit den grundlegenden mathematischen Denkweisen vertraut,</li> <li>• haben sich die grundlegenden analytischen Methoden angeeignet und beherrschen insbesondere den Umgang mit Grenzprozessen,</li> <li>• können mit infinitesimalen Konzepten Funktionen analysieren,</li> <li>• können die Prinzipien der Analysis einsetzen, um geometrisch, naturwissenschaftlich oder technisch motivierte Problemstellungen zu behandeln,</li> <li>• können zwischen mathematischer Intuition und formaler Präzision unterscheiden,</li> <li>• haben erste Erfahrungen gesammelt in der Präsentation ihrer Ergebnisse in den Übungsgruppen und in der Kommunikation mathematischer Sachverhalte.</li> </ul>						
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengen und Abbildungen, Relationen, Elemente der Logik</li> <li>• natürliche Zahlen und das Prinzip der vollständigen Induktion, Zahlbereichserweiterungen: ganze, rationale und reelle Zahlen, konstruktive und axiomatische Aspekte, Vollständigkeit reeller Zahlen, Supremum und Infimum</li> <li>• komplexe Zahlen</li> <li>• Folgen und ihre Grenzwerte, Reihen</li> <li>• metrische Räume und Banachscher Fixpunktsatz</li> <li>• Stetigkeit von Funktionen</li> <li>• differenzierbare Abbildungen, Mittelwertsatz</li> <li>• Integration in einer Dimension, uneigentliche Integrale, Parameterintegrale</li> <li>• Folgen und Reihen von Funktionen, Potenzreihen</li> <li>• Taylorsche Formel und Taylorreihen</li> </ul>						
Literatur	Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.						
Lehrveranstaltungen	<table border="0"> <tr> <td>Übung</td> <td>3 SWS</td> </tr> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>6 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>9 SWS</td> </tr> </table>	Übung	3 SWS	Vorlesung	6 SWS	Gesamt	9 SWS
Übung	3 SWS						
Vorlesung	6 SWS						
Gesamt	9 SWS						
Lernformen	Literaturstudium, Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium, Präsentation						
Arbeitsaufwand für Studierende	<table border="0"> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>135 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>135 Std.</td> </tr> </table>	Präsenzzeit	135 Std.	Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	135 Std.		
Präsenzzeit	135 Std.						
Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	135 Std.						

Kategorie	Inhalt
	Übungsaufgaben 40 Std. Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung 50 Std. Gesamtarbeitsaufwand 360 Std.
Prüfungsvorleistungen	Erreichen von mindestens 50 % der Punkte beim Lösen der Pflichtaufgaben
Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	Prüfungsleistung: Klausur (120 Minuten) oder Mündliche Prüfung (30 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	2100330

## Analysis 2: Funktionen mehrerer Veränderlicher und Maßtheorie

Kategorie	Inhalt										
Modulbezeichnung (englisch)	Analysis 2: Functions of Several Variables and Measure Theory										
Leistungspunkte	12										
Modulverantwortlich	MNF/Institut für Mathematik (IfMA)										
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. Michael Dreher										
Sprache	Deutsch										
Zulassungsbeschränkung	keine										
Modulniveau	Bachelorstudiengang - grundlagenorientiert										
Zwingende Teilnahmevoraussetzung	keine										
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung	Kenntnisse und Kompetenzen ungefähr auf dem Niveau der Module Analysis 1: Funktionen einer Veränderlichen und Lineare Algebra 1: Einführung in die Lineare Algebra										
Zuordnung zu Curricula	B.Sc. Mathematik 14.07.2022 B.Sc. Mathematik 25.06.2020										
Dauer des Moduls	1 Semester										
Beginn/ Angebotsturnus	Sommersemester										
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die grundlegenden Prinzipien der Analysis mehrerer Veränderlicher (insbesondere in Bezug auf Differentiation, Integration, Topologie) und verstehen sie als Verallgemeinerung der Analysis einer Veränderlichen</li> <li>• haben ihre Fertigkeiten im selbständigen Lösen einfacher mathematischer Probleme weiterentwickelt</li> <li>• können ihre Ergebnisse in den Übungsgruppen präsentieren und mathematische Sachverhalte kommunizieren.</li> </ul>										
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Topologie des <math>\mathbb{R}^n</math></li> <li>• Stetigkeit und Kompaktheit</li> <li>• differenzierbare Funktionen von mehreren Variablen, Mittelwertsatz, Höhere Ableitungen, Extrema unter Nebenbedingungen</li> <li>• Taylorformel</li> <li>• Kurven, Flächen und Untermannigfaltigkeiten im <math>\mathbb{R}^n</math></li> <li>• Lokale Umkehrbarkeit und implizite Funktionen</li> <li>• <math>n</math>-dimensionales Lebesgue-Maß, allgemeine Maße, messbare Funktionen und ihre Integrale</li> <li>• Kurvenintegrale und Flächenintegrale, Integralsätze von Gauß und Stokes</li> <li>• Satz über monotone Konvergenz, Satz über majorisierte Konvergenz</li> <li>• Der Satz von Fubini für das Lebesgue-Integral</li> <li>• Transformationssatz für das Lebesgue-Integral</li> <li>• Fourierreihen</li> </ul>										
Literatur	Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.										
Lehrveranstaltungen	<table border="0"> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>6 SWS</td> </tr> <tr> <td>Übung</td> <td>2 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>8 SWS</td> </tr> </table>	Vorlesung	6 SWS	Übung	2 SWS	Gesamt	8 SWS				
Vorlesung	6 SWS										
Übung	2 SWS										
Gesamt	8 SWS										
Lernformen	Literaturstudium, Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium, Präsentation										
Arbeitsaufwand für Studierende	<table border="0"> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>120 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>120 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td>55 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>65 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>360 Std.</td> </tr> </table>	Präsenzzeit	120 Std.	Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	120 Std.	Übungsaufgaben	55 Std.	Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	65 Std.	Gesamtarbeitsaufwand	360 Std.
Präsenzzeit	120 Std.										
Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	120 Std.										
Übungsaufgaben	55 Std.										
Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	65 Std.										
Gesamtarbeitsaufwand	360 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) 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	2100600

## 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/ Ansprechpartner	Prof. Dr. Michael Dreher						
Sprache	Deutsch						
Zulassungsbeschränkung	keine						
Modulniveau	Bachelorstudiengang - weiterführend						
Zwingende Teilnahmevoraus- setzung	keine						
Empfohlene Teilnahmevoraus- 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 B.Sc. Mathematik 25.06.2020 M.Sc. Mathematik 14.07.2022 M.Sc. Mathematik 25.06.2020 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 Schwartzdistributen</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. 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: Mündliche Prüfung (30 Minuten) oder Klausur (120 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	2100610

# Angewandte Lineare Algebra und Geometrie

Kategorie	Inhalt										
Modulbezeichnung (englisch)	Applied Linear Algebra and Geometry										
Leistungspunkte	9										
Modulverantwortlich	MNF/IfMA/Geometrie										
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Dr. Frieder Ladisch, Prof. Dr. Achill Schürmann										
Sprache	Deutsch										
Zulassungsbeschränkung	keine										
Modulniveau	Bachelorstudiengang - weiterführend Staatsexamen - weiterführend										
Zwingende Teilnahmevoraussetzung	keine										
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung	Grundkenntnisse der Analysis und Kenntnisse aus „Lineare und multilineare Algebra“										
Zuordnung zu Curricula	B.Sc. Mathematik 14.07.2022 B.Sc. Mathematik 25.06.2020 LA Gym Mathematik 14.07.2022 M.Ed. (2 Fach) Mathematik 31.07.2023 M.A. Wirtschaftspädagogik 31.07.2023 M.A. Wirtschaftspädagogik 05.08.2021										
Dauer des Moduls	1 Semester										
Beginn/ Angebotsturnus	unregelmäßig										
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen grundlegende Beziehungen zwischen Fragestellungen der Geometrie und der linearen Algebra und können diese anwenden,</li> <li>• haben die Fähigkeiten erworben, computergestützt angewandte Probleme mit Mitteln der Linearen Algebra zu lösen,</li> <li>• sind vertraut mit Themen der Computermathematik und ihren Anwendungen, insbesondere aus der Informatik, den Datenwissenschaften und der Mathematischen Optimierung.</li> </ul>										
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Affine und euklidische Geometrie in <math>n</math> Dimensionen</li> <li>• Lineare Ungleichungssysteme, Polyedertheorie und Anwendungen</li> <li>• Polyedrische Komplexe, Delone- und Voronoi-Zerlegungen</li> <li>• Projektive Geometrie und Anwendungen</li> <li>• Quadratische Formen und Anwendungen</li> <li>• Kurven und Flächen im <math>n</math>-dimensionalen euklidischen Raum</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										
Arbeitsaufwand für Studierende	<table border="0"> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>90 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>60 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td>60 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	60 Std.	Übungsaufgaben	60 Std.	Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	60 Std.	Gesamtarbeitsaufwand	270 Std.
Präsenzzeit	90 Std.										
Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	60 Std.										
Übungsaufgaben	60 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) 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	2100700

## Ausgewählte Kapitel der Linearen Algebra

Kategorie	Inhalt								
Modulbezeichnung (englisch)	Selected Topics in Linear Algebra								
Leistungspunkte	3								
Modulverantwortlich	MNF/IfMA/Algebra								
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. Jan-Christoph Schlage-Puchta								
Sprache	Deutsch								
Zulassungsbeschränkung	keine								
Modulniveau	Bachelorstudiengang - weiterführend Staatsexamen - weiterführend								
Zwingende Teilnahmevoraus- setzung	keine								
Empfohlene Teilnahmevoraus- 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								
Zuordnung zu Curricula	B.Sc. Mathematik 14.07.2022 B.Sc. Mathematik 25.06.2020 B.Sc. Mathematik 26.09.2018 LA Gym Mathematik 14.07.2022 LA Gym Mathematik 15.07.2019								
Dauer des Moduls	1 Semester								
Beginn/ Angebotsturnus	unregelmäßig								
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• gewinnen ein tieferes Verständnis der Methoden und Begriffe der Linearen Algebra;</li> <li>• sind in der Lage, Verfahren der Linearen Algebra auf Probleme anzuwenden, bei denen die Algebraisierung nicht offensichtlich ist;</li> <li>• können fließend zwischen geometrischer Vorstellung und algebraischen Formalismen wechseln.</li> </ul>								
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vektorrechnung in der Euklidischen Geometrie;</li> <li>• vektorielle Beschreibung kombinatorischer Probleme;</li> <li>• Anwendungen von Eigenwerten;</li> <li>• Anwendungen von Bilinearformen und Multilinearformen</li> </ul>								
Literatur	Wird in der Vorlesung bekanntgegeben.								
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, 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- zungen 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	2101160								

# Bachelorarbeit Mathematik

Kategorie	Inhalt
Modulbezeichnung (englisch)	Bachelor Thesis Mathematics
Leistungspunkte	12
Modulverantwortlich	MNF/Institut für Mathematik (IfMA)
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prüfungsamt/ Studienbüro
Sprache	Deutsch oder Englisch
Zulassungsbeschränkung	keine
Modulniveau	Bachelorstudiengang - spezialisierend
Zwingende Teilnahmevoraussetzung	Es gelten die Zulassungsbedingungen zur Abschlussprüfung gemäß der jeweils gültigen Studiengangsspezifischen Prüfungs- und Studienordnung.
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung	Themenabhängig
Zuordnung zu Curricula	B.Sc. Mathematik 14.07.2022 B.Sc. Mathematik 25.06.2020 B.Sc. Mathematik 26.09.2018 B.Sc. Mathematik 27.05.2015 B.Sc. Mathematik
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	Literaturstudium, Selbststudium
Arbeitsaufwand für Studierende	Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung 360 Std. Gesamtarbeitsaufwand 360 Std.
Prüfungsvorleistungen	keine
Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	Prüfungsleistung: Abschlussarbeit (16 Wochen) - Soll 80 Seiten nicht überschreiten
Regelprüfungstermin	Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.
Bewertung	Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.
Hinweise	keine
Modulnummer	2100000

# Computerorientierte Mathematik, Algorithmen und Strukturen

Kategorie	Inhalt
Modulbezeichnung (englisch)	Computational Mathematics, Algorithms and Structures
Leistungspunkte	3
Modulverantwortlich	MNF/Institut für Mathematik (IfMA)
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. Jens Starke
Sprache	Deutsch
Zulassungsbeschränkung	keine
Modulniveau	Bachelorstudiengang - grundlagenorientiert Staatsexamen - grundlagenorientiert
Zwingende Teilnahmevoraussetzung	keine
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung	keine
Zuordnung zu Curricula	B.Sc. Mathematik 14.07.2022 B.Sc. Mathematik 25.06.2020 LA Gym Mathematik 14.07.2022 B.Sc. Mechatronik 06.04.2022
Dauer des Moduls	1 Semester
Beginn/ Angebotsturnus	Wintersemester
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• verwenden moderne mathematische Software und kennen deren elementare Grundlagen,</li> <li>• nutzen mathematische Software zur Darstellung und Exploration algebraischer und funktionaler Zusammenhänge sowie analytischer und infinitesimaler Phänomene,</li> <li>• reflektieren die Verwendung mathematischer Software und beurteilen die Ergebnisse kritisch,</li> <li>• nutzen mathematische Software als heuristisches Werkzeug und zur experimentellen Analyse von Problemen,</li> <li>• kennen und reflektieren grundlegende Fragen numerischer Genauigkeit auf dem Computer,</li> <li>• simulieren Zufallsversuche computergestützt,</li> <li>• erstellen und einsetzen mit mathematischer Software einfache Prozeduren und Programme,</li> <li>• haben durch schriftliches Festhalten und Präsentation der Ergebnisse in der Übungsgruppe Fertigkeiten in der Kommunikation wissenschaftlicher Sachverhalte erworben.</li> </ul>
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in eine mathematische Software (z.B. das Computeralgebrasytem Maple oder Matlab)</li> <li>• Grundlagen: Wertzuweisung, Datenstrukturen und Datentypen, Terme, Gleichungen, Funktionen, Kontrollstrukturen</li> <li>• Prozedurale und funktionale Programmierung</li> <li>• Visualisierung mathematischer Problemstellungen</li> <li>• Aufgabenstellungen aus der Analysis: Folgen, Summen und Reihen, Funktionen, Grenzwerte, Fixpunktiterationen, Nullstellen, Differenziation, Integration</li> <li>• Aufgabenstellungen aus Arithmetik und Algebra: Termumformungen, Lösen von Gleichungen und Systemen</li> <li>• Aufgabenstellungen aus der Stochastik: Zufallszahlen, Zufallsexperimente, Monte-Carlo Simulationen</li> </ul>
Literatur	Wird in der Vorlesung bekannt gegeben.

Kategorie	Inhalt
Lehrveranstaltungen	Praktikumsveranstaltung 2 SWS
	Vorlesung 2 SWS
	Gesamt 4 SWS
Lernformen	Computer-Praktikum, Literaturstudium
Arbeitsaufwand für Studierende	Präsenzzeit 60 Std.
	Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit 15 Std.
	Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung 15 Std.
	Gesamtarbeitsaufwand 90 Std.
Prüfungsvorleistungen	Bestehen der Aufgaben im Computerpraktikum (mindestens 12 der 14 Pflichtaufgaben) und Präsentation einer Teilaufgabe vor dem Übungsgruppenleiter.
Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	Prüfungsleistung: Bericht/ Dokumentation - mindestens 10 Seiten
Regelprüfungstermin	Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.
Bewertung	Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.
Hinweise	Der Umfang der Modulprüfung (Bericht/Dokumentation) wird in der ersten Veranstaltungswoche bekannt gegeben.
Modulnummer	2100590

# Datengesteuerte Analyse dynamischer Systeme

Kategorie	Inhalt
Modulbezeichnung (englisch)	Data Driven Analysis of Dynamical Systems
Leistungspunkte	6
Modulverantwortlich	MNF/Institut für Mathematik (IfMA)
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. Jens Starke
Sprache	Deutsch oder Englisch
Zulassungsbeschränkung	keine
Modulniveau	Masterstudiengang - grundlagenorientiert
Zwingende Teilnahmevoraus- setzung	keine
Empfohlene Teilnahmevoraus- setzung	Kenntnisse in Analysis und Lineare Algebra, Differenzialgleichungen
Zuordnung zu Curricula	B.Sc. Mathematik 25.06.2020 M.Sc. Mathematik 25.06.2020
Dauer des Moduls	1 Semester
Beginn/ Angebotsturnus	unregelmäßig
Lern- und Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden sind in der Lage</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hochdimensionale zeitabhängige Daten niederdimensional zu approximieren und mit einem niederdimensionalen dynamischen System zu beschreiben und nachfolgend zu analysieren (Stabilitätseigenschaften und Bifurkationsverhalten).</li> <li>2. Labor-Experimente mit einem Kontroll-basierten Ansatz zu untersuchen, um instabile Zustände von Labor-Experimenten zu analysieren, die sonst nicht beobachtbar wären.</li> <li>3. Bifurkationsdiagramme direkt aus Labor-Experimenten zu bestimmen</li> <li>4. Die vorgestellten Methoden auf verschiedene Beispiele (einfache mechanische Systeme bis Fußgängerströme) anzuwenden.</li> <li>5. Durch Präsentation der Ergebnisse der Übungsaufgaben erwerben die Studierenden Fertigkeiten in der Kommunikation mathematischer Sachverhalte.</li> </ol>
Lehrinhalte	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 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>2. nichtlineare Methoden (z.B. Diffusion-Maps oder Manifold learning) zur Analyse und niederdimensionalen Approximation zeitabhängiger hochdimensionaler Daten</li> <li>3. Analysemethoden, die das intrinsische zeitabhängige Verhalten berücksichtigen (z.B. unter Verwendung von Koopmann-Operatoren)</li> <li>4. Stabilisierung instabiler Zustände von Labor-Experimenten mit Kontroll-Methoden</li> <li>5. Datenbasierte Fortsetzungsmethoden (Prediktor-Korrektor-Verfahren)</li> <li>6. 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. 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.

Kategorie	Inhalt
Lehrveranstaltungen	Vorlesung 3 SWS
	Übung 1 SWS
	Gesamt 4 SWS
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	keine
Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	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	2150960

# Diskrete Mathematik und Optimierung

Kategorie	Inhalt						
Modulbezeichnung (englisch)	Discrete Mathematics and Optimization						
Leistungspunkte	9						
Modulverantwortlich	MNF/Institut für Mathematik (IfMA)						
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. Konrad Engel						
Sprache	Deutsch						
Zulassungsbeschränkung	keine						
Modulniveau	Bachelorstudiengang - weiterführend						
Zwingende Teilnahmevoraussetzung	keine						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung	Kenntnisse und Fertigkeiten ungefähr auf dem Niveau der Module Computerorientierte Mathematik, Algorithmen und Strukturen Informatik 1: Einführung in die Programmierung und Lineare und multilineare Algebra.						
Zuordnung zu Curricula	B.Sc. Mathematik 14.07.2022 B.Sc. Mathematik 25.06.2020 B.Sc. Mathematik 26.09.2018 B.Sc. Mathematik 27.05.2015 B.Sc. Mathematik M.Ed. (2 Fach) Mathematik 30.07.2020 M.Ed. (2 Fach) Mathematik 26.09.2017 M.Ed. (2 Fach) Mathematik 27.07.2016 M.A. Wirtschaftspädagogik 05.08.2021 M.A. Wirtschaftspädagogik 26.09.2017 M.A. Wirtschaftspädagogik 30.07.2014						
Dauer des Moduls	1 Semester						
Beginn/ Angebotsturnus	Sommersemester						
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Grundprinzipien der linearen und graphentheoretischen Optimierung und haben Fähigkeiten zur Modellierung praktischer Probleme als lineare bzw. graphentheoretische Probleme erworben,</li> <li>• sind mit wichtigen kombinatorischen Beweismethoden 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>• Modellierung: Beispiele linearer und graphentheoretischer Optimierungsprobleme, einfache Lösungsansätze</li> <li>• Simplexmethode: Normalform, Basisdarstellungen und zulässige Basislösungen, Simplex-Algorithmus</li> <li>• Dualitätstheorie: duale Probleme und duale Simplextabellen, Dualitätssätze, Anwendungen</li> <li>• Graphentheorie: Grundbegriffe, Euler'sche und Hamilton'sche Kreise, Baumkriterien</li> <li>• Graphentheoretische Algorithmen: Komplexität von Algorithmen, Speicherung von Graphen, Suchalgorithmen, Minimalgerüste und kürzeste Wege, Längste Wege und Projektplanung</li> <li>• Netzwerktheorie: Maximalflüsse in Netzwerken, Kostenminimale Flüsse, Zuordnungsprobleme und weitere Anwendungen</li> <li>• Dynamische Optimierung: Floyd/Warshall-Algorithmus und Standortplanung, Rucksackprobleme, das Rundreiseproblem und weitere Anwendungen</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>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						

Kategorie	Inhalt										
Lernformen	Literaturstudium, Lösen von Übungsaufgaben, Präsentation der Ergebnisse in der Übungsgruppe, 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>90 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td>40 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>50 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>270 Std.</td> </tr> </table>	Präsenzzeit	90 Std.	Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	90 Std.	Übungsaufgaben	40 Std.	Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	50 Std.	Gesamtarbeitsaufwand	270 Std.
Präsenzzeit	90 Std.										
Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	90 Std.										
Übungsaufgaben	40 Std.										
Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	50 Std.										
Gesamtarbeitsaufwand	270 Std.										
Prüfungsvorleistungen	Erreichen von mindestens 50 % der Punkte beim Lösen der Pflichtaufgaben										
Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	<table border="0"> <tr> <td>Prüfungsleistung:</td> <td>Klausur (120 Minuten) oder Mündliche Prüfung (30 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 (30 Minuten)		Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.						
Prüfungsleistung:	Klausur (120 Minuten) oder Mündliche Prüfung (30 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	2100390										

# Distributionen und partielle Differentialgleichungen

Kategorie	Inhalt										
Modulbezeichnung (englisch)	Distributions and Partial Differential Equations										
Leistungspunkte	6										
Modulverantwortlich	MNF/IfMA/Analysis: Differenzialgleichung										
Ansprechpartnerinnen/ 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 B.Sc. Mathematik 25.06.2020 M.Sc. Mathematik 14.07.2022 M.Sc. Mathematik 25.06.2020 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) 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. 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/ Ansprechpartner	Prof. Dr. Jens Starke
Sprache	Deutsch oder Englisch
Zulassungsbeschränkung	keine
Modulniveau	Bachelorstudiengang - weiterführend
Zwingende Teilnahmevoraus- setzung	keine
Empfohlene Teilnahmevoraus- setzung	Kenntnisse in Analysis und Lineare Algebra aus einem Mathematik-Studium, naturwissenschaftlichen Studium oder ingenieurwissenschaftlichen Studium.
Zuordnung zu Curricula	B.Sc. Mathematik 25.06.2020 M.Sc. Mathematik 25.06.2020
Dauer des Moduls	1 Semester
Beginn/ Angebotsturnus	unregelmäßig
Lern- und Qualifikationsziele	<p>Die Studierenden sind in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• einfache natur- und ingenieurwissenschaftliche Problemstellungen mathematisch mit dynamischen Systemen zu modellieren (z.B. Laser, Musterbildung in Flüssigkeiten, Belousov-Zhabotinsky-Reaktion, Katalytische Reaktionen), Räuber-Beute-Modelle, Signalverarbeitung in Neuronen, oszillierende Schaltkreise, nichtlineare Feder-Dämpfer-Systeme)</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 Verwendung geeigneter Lyapunov-Funktionen</li> <li>• lokale Lösungseigenschaften durch das Studium invarianter Mannigfaltigkeiten analytisch und numerisch zu verstehen</li> <li>• eine Dimensionsreduktion mit einer Zentrumsmanigfaltigkeitenreduktion (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>• Durch Präsentation der Ergebnisse in der Übungsgruppe erwerben die Studierenden Fertigkeiten in der Kommunikation mathematischer Sachverhalte</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	keine										
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	2100860										

## Einführung in die Lineare Algebra

Kategorie	Inhalt
Modulbezeichnung (englisch)	Introduction to Linear Algebra
Leistungspunkte	9
Modulverantwortlich	MNF/Institut für Mathematik (IfMA)
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. Achill Schürmann, Prof. Dr. Gohar Kyureghyan, Prof. Dr. Jan-Christoph Schlage-Puchta
Sprache	Deutsch
Zulassungsbeschränkung	keine
Modulniveau	Bachelorstudiengang - grundlagenorientiert
Zwingende Teilnahmevoraus- setzung	keine
Empfohlene Teilnahmevoraus- setzung	keine
Zuordnung zu Curricula	B.Sc. Mathematik 25.06.2020 B.A. Wirtschaftspädagogik 05.08.2021
Dauer des Moduls	1 Semester
Beginn/ Angebotsturnus	Wintersemester
Lern- und Qualifikationsziele	<p>Das Schulwissen in linearer Algebra und analytischer Geometrie wird durch die Behandlung zahlreicher neuer mathematischer Themen verbreitert. Das Schulwissen wird vertieft und auf eine logisch präzise Grundlage gestellt.</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beherrschen die Grundlagen des mathematischen (logischen, abstrakten, analytischen und vernetzten) Denkens,</li> <li>• haben einen mathematisch präzisen und anschaulich sicheren Umgang mit Begriffen wie: Menge, Relation, ganze und rationale Zahlen, Gruppen, Körpern und Vektorräumen,</li> <li>• abzählende Kombinatorik, Determinante und Matrix, lineares Gleichungssystem, linearer Vektorraum, Basis, Dimension, Elemente der Codierungstheorie und der Kryptologie,</li> <li>• sind mit grundlegenden Aussagen und Methoden der linearen Algebra und analytischen Geometrie vertraut wie: Existenz und Strukturen von Gruppen, Körpern und Vektorräumen, Lösungsstruktur von linearen Gleichungssystemen, Durchführung von Basistransformationen,</li> <li>• sind imstande, mathematische Methoden aus der linearen Algebra und analytischen Geometrie zur Lösung sowohl innermathematischer als auch außermathematischer und anwendungsbezogener Probleme und Fragestellungen einzusetzen. Sie interpretieren lineare Zusammenhänge geometrisch, können lineare Gleichungssysteme über beliebigen Körpern lösen und die Lösungen algebraisch und geometrisch deuten.</li> <li>• Durch Präsentation der Ergebnisse in der Übungsgruppe erwerben die Studierenden Fertigkeiten in der Kommunikation mathematischer Sachverhalte.</li> </ul>
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• logisches Schließen, Beweis, Mengen, Relationen, vollständige Induktion, indirekter Beweis</li> <li>• ganze Zahlen, rationale Zahlen, abzählende Kombinatorik, Zahlentheorie (Teilbarkeit, Kongruenzen)</li> <li>• algebraische Strukturen: Gruppen, Körper, insbesondere auch endliche Körper</li> <li>• Matrizen, Determinanten, lineare Gleichungssysteme, Rang, Gauß-Algorithmus</li> <li>• Vektorräume, lineare Unabhängigkeit, Basis und Dimension, lineare Abbildungen,</li> <li>• Elemente der Codierungstheorie und Kryptologie</li> </ul>

Kategorie	Inhalt										
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 und Präsentieren 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>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/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	<table border="0"> <tr> <td>Prüfungsleistung:</td> <td>Klausur (120 Minuten) oder Mündliche Prüfung (30 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 (30 Minuten)		Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.						
Prüfungsleistung:	Klausur (120 Minuten) oder Mündliche Prüfung (30 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	2100820										

# Endliche Automaten

Kategorie	Inhalt
Modulbezeichnung (englisch)	Finite State-Machines
Leistungspunkte	3
Modulverantwortlich	MNF/IfMA/Diskrete Mathematik
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. Jan-Christoph Schlage-Puchta
Sprache	Deutsch oder Englisch
Zulassungsbeschränkung	keine
Modulniveau	Masterstudiengang - spezialisierend
Zwingende Teilnahmevoraus- setzung	Kenntnisse auf dem Niveau des Moduls Lineare Algebra 2: Lineare und multilineare Algebra
Empfohlene Teilnahmevoraus- setzung	Kenntnisse und Fertigkeiten ungefähr auf dem Niveau des Moduls Algebra
Zuordnung zu Curricula	B.Sc. Mathematik 14.07.2022 B.Sc. Mathematik 25.06.2020 M.Sc. Mathematik 14.07.2022 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; 2. Charakterisierungen automatischer Folgen; 3. Temporale logische Operatoren und Temporallogiken;
Literatur	Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben
Lehrveranstaltungen	Vorlesung 2 SWS Gesamt 2 SWS
Lernformen	Literaturstudium, Selbststudium
Arbeitsaufwand für Studierende	Präsenzzeit 30 Std. Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit 30 Std. Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung 30 Std. Gesamtarbeitsaufwand 90 Std.
Prüfungsvorleistungen	keine
Prüfungsleistungen/ Vorausset- zungen 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	Findet jedes zweite Sommersemester statt.
Modulnummer	2150930

# Endliche Körper

Kategorie	Inhalt										
Modulbezeichnung (englisch)	Finite Fields										
Leistungspunkte	6										
Modulverantwortlich	MNF/IfMA/Diskrete Mathematik										
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. Gohar Kyureghyan										
Sprache	Deutsch oder Englisch										
Zulassungsbeschränkung	keine										
Modulniveau	Bachelorstudiengang - spezialisierend										
Zwingende Teilnahmevoraus- setzung	keine										
Empfohlene Teilnahmevoraus- 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 B.Sc. Mathematik 25.06.2020 M.Sc. Mathematik 14.07.2022 M.Sc. Mathematik 25.06.2020 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- zungen 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	2100880										

# Funktionalanalysis

Kategorie	Inhalt										
Modulbezeichnung (englisch)	Functional Analysis										
Leistungspunkte	9										
Modulverantwortlich	MNF/Institut für Mathematik (IfMA)										
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. Michael Dreher										
Sprache	Deutsch										
Zulassungsbeschränkung	keine										
Modulniveau	Masterstudiengang - grundlagenorientiert										
Zwingende Teilnahmevoraus- setzung	keine										
Empfohlene Teilnahmevoraus- setzung	keine										
Zuordnung zu Curricula	B.Sc. Mathematik 14.07.2022 B.Sc. Mathematik 25.06.2020 M.Sc. Mathematik 14.07.2022 M.Sc. Mathematik 25.06.2020 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) 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 und Hilbertraumtheorie

Kategorie	Inhalt										
Modulbezeichnung (englisch)	Complex Analysis and Theory of Hilbert Spaces										
Leistungspunkte	6										
Modulverantwortlich	MNF/IfMA/Analysis: Differenzialgleichung										
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. Michael Dreher										
Sprache	Deutsch										
Zulassungsbeschränkung	keine										
Modulniveau	Bachelorstudiengang - weiterführend Staatsexamen - spezialisierend										
Zwingende Teilnahmevoraussetzung	keine										
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung	keine										
Zuordnung zu Curricula	B.Sc. Mathematik 14.07.2022 B.Sc. Mathematik 25.06.2020 LA Gym Mathematik 14.07.2022 M.Ed. (2 Fach) Mathematik 31.07.2023 M.Sc. Mathematik 14.07.2022 M.Sc. Mathematik 25.06.2020 M.Sc. Wirtschaftsmathematik 14.07.2022 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) 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 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

# Kombinatorik

Kategorie	Inhalt										
Modulbezeichnung (englisch)	Combinatorics										
Leistungspunkte	6										
Modulverantwortlich	MNF/IfMA/Diskrete Mathematik										
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. Gohar Kyureghyan										
Sprache	Deutsch										
Zulassungsbeschränkung	keine										
Modulniveau	Bachelorstudiengang - weiterführend										
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, Analysis 1: Funktionen einer Veränderlichen										
Zuordnung zu Curricula	B.Sc. Mathematik 14.07.2022 B.Sc. Mathematik 25.06.2020										
Dauer des Moduls	1 Semester										
Beginn/ Angebotsturnus	unregelmäßig										
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die wichtigsten grundlegenden Begriffe und Methoden in der Kombinatorik,</li> <li>• sind in stande, kombinatorische Strukturen in verschiedenen Kontexten zu erkennen und zu analysieren,</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: Doppeltes Abzählen, Prinzip der Inklusion-Exklusion, Lineare Rekursionen, Erzeugende Funktionen</li> <li>• Extremale Kombinatorik: Antiketten und Schneidende Familien</li> <li>• Algebraische Konstruktionen in verschiedenen Bereichen der Kombinatorik</li> <li>• Elemente der Graphentheorie</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/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	Prüfungsleistung: Klausur (90 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	2100900										

# Kombinatorik 1: Elementares Abzählen

Kategorie	Inhalt
Modulbezeichnung (englisch)	Combinatorics 1: Basic Counting
Leistungspunkte	6
Modulverantwortlich	MNF/Institut für Mathematik (IfMA)
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	apl. Prof. Dr. Roger Labahn
Sprache	Deutsch
Zulassungsbeschränkung	keine
Modulniveau	Bachelorstudiengang - weiterführend
Zwingende Teilnahmevoraus- setzung	keine
Empfohlene Teilnahmevoraus- setzung	allgemeine Grundlagen aus Algebra, Analysis und Stochastik
Zuordnung zu Curricula	B.Sc. Mathematik 14.07.2022 B.Sc. Mathematik 25.06.2020 B.Sc. Mathematik 26.09.2018 B.Sc. Mathematik 27.05.2015 B.Sc. Mathematik LA Gym Mathematik 14.07.2022 LA Gym Mathematik 15.07.2019 LA Gym Mathematik 20.07.2017 M.Ed. (2 Fach) Mathematik 31.07.2023 M.Ed. (2 Fach) Mathematik 30.07.2020 M.Ed. (2 Fach) Mathematik 26.09.2017 M.Ed. (2 Fach) Mathematik 27.07.2016 M.Sc. Mathematik M.Sc. Wirtschaftsmathematik M.A. Wirtschaftspädagogik 31.07.2023 M.A. Wirtschaftspädagogik 05.08.2021 M.A. Wirtschaftspädagogik 26.09.2017 M.A. Wirtschaftspädagogik
Dauer des Moduls	1 Semester
Beginn/ Angebotsturnus	unregelmäßig
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Systematik der wichtigsten grundlegenden Modelle, Untersuchungsobjekte, Anzahlformeln und Identitäten der Abzählenden Kombinatorik</li> <li>• sind mit den wichtigsten grundlegenden kombinatorischen Abzählmethoden vertraut</li> <li>• wenden die erlernten Modelle und Verfahren auf kombinatorische Abzählprobleme und analoge Probleme der elementaren Wahrscheinlichkeitstheorie an.</li> </ul>
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abzählformeln: Kombinatorische Grundformeln und Zählkoeffizienten, 12-Felder-Tabelle</li> <li>• Abzählmethoden: Bijektives Abzählen, Doppeltes Abzählen, Prinzip Inklusion-Exklusion</li> <li>• Rekursionen: Grundlagen &amp; Beispiele, Lineare Rekursionen 1. und höherer Ordnung, Anwendung Erzeugender Funktionen</li> </ul>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• M. Aigner: Diskrete Mathematik</li> <li>• A. Beutelspacher et al.: Diskrete Mathematik für Einsteiger</li> </ul>

Weitere Literatur wird in der Veranstaltung bekannt gegeben

Kategorie	Inhalt
Lehrveranstaltungen	Übung 1 SWS
	Vorlesung 3 SWS
	Gesamt 4 SWS
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 (30 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	Das Modul findet voraussichtlich jedes zweite Sommersemester statt. 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	2100520

# Kryptologie

Kategorie	Inhalt										
Modulbezeichnung (englisch)	Cryptology										
Leistungspunkte	6										
Modulverantwortlich	MNF/IfMA/Diskrete Mathematik										
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. Gohar Kyureghyan										
Sprache	Deutsch oder Englisch										
Zulassungsbeschränkung	keine										
Modulniveau	Bachelorstudiengang - weiterführend										
Zwingende Teilnahmevoraus- setzung	keine										
Empfohlene Teilnahmevoraus- 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 B.Sc. Mathematik 25.06.2020 M.Sc. Mathematik 14.07.2022 M.Sc. Mathematik 25.06.2020 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- zungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder Mündliche Prüfung (25 Minuten) 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. 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

## Lineare und multilineare Algebra

Kategorie	Inhalt						
Modulbezeichnung (englisch)	Linear and multilinear Algebra						
Leistungspunkte	9						
Modulverantwortlich	MNF/Institut für Mathematik (IfMA)						
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. Achill Schürmann, Prof. Dr. Gohar Kyureghyan, Prof. Dr. Jan-Christoph Schlage-Puchta						
Sprache	Deutsch						
Zulassungsbeschränkung	keine						
Modulniveau	Bachelorstudiengang - grundlagenorientiert						
Zwingende Teilnahmevoraussetzung	keine						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung	Kenntnisse und Fertigkeiten ungefähr auf dem Niveau des Moduls Einführung in die lineare Algebra						
Zuordnung zu Curricula	B.Sc. Mathematik 25.06.2020 B.A. Wirtschaftspädagogik 05.08.2021						
Dauer des Moduls	1 Semester						
Beginn/ Angebotsturnus	Sommersemester						
Lern- und Qualifikationsziele	Das Wissen in linearer Algebra und analytischer Geometrie wird durch die Behandlung zahlreicher neuer mathematischer Themen vertieft. Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• beherrschen die Grundlagen des mathematischen (logischen, abstrakten, analytischen und vernetzten) Denkens,</li> <li>• haben einen mathematisch präzisen und anschaulich sicheren Umgang mit Begriffen wie linearer Vektorraum, Basis, Dimension, Eigenwert und Eigenvektor, Polynomring, Minimalpolynom, Basistransformation, Diagonalisierung, orthogonale Abbildungen, Hauptachsentransformation, Kurven zweiter Ordnung</li> <li>• sind mit grundlegenden Aussagen und Methoden der linearen Algebra und analytischen Geometrie vertraut wie: Durchführung von Basistransformationen, Bestimmung von Eigenwerten und Eigenräumen, Diagonalisierung und Trigonalisierung</li> <li>• sind imstande, mathematische Methoden aus der linearen Algebra und analytischen Geometrie zur Lösung sowohl innermathematischer als auch außermathematischer und anwendungsbezogener Probleme und Fragestellungen einzusetzen. Sie können sich im Matrix-Kalkül sicher bewegen. Insbesondere nutzen sie lineare Zusammenhänge zur Beschreibung realer Prozesse und innermathematischer Zusammenhänge und erläutern grundlegende Eigenschaften.</li> <li>• Durch Präsentation der Ergebnisse in der Übungsgruppe erwerben die Studierenden Fertigkeiten in der Kommunikation mathematischer Sachverhalte</li> </ul>						
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Polynome, Polynomdivision, Nullstellen</li> <li>• Eigenwerte und Eigenvektoren, das charakteristische Polynom, Minimalpolynom, Jordan Normalform</li> <li>• Bilinearform, Skalarprodukte, orthogonale Abbildungen, positiv definite Matrizen mit zahlreichen Kriterien (zur Anwendung in Numerik und Optimierung), Kurven zweiter Ordnung, Hauptachsentransformation</li> <li>• analytische Geometrie im <math>\mathbb{R}^2</math> und <math>\mathbb{R}^3</math></li> </ul>						
Literatur	Wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.						
Lehrveranstaltungen	<table> <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 und Präsentieren von Übungsaufgaben, Selbststudium						

Kategorie	Inhalt
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 (120 Minuten) oder Mündliche Prüfung (30 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 Modulprüfung erfolgt zusammen mit dem Modul Polynome. 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	2100830

# Markov-Ketten

Kategorie	Inhalt
Modulbezeichnung (englisch)	Markov Chains
Leistungspunkte	3
Modulverantwortlich	MNF/Institut für Mathematik (IfMA)
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. Holger Werner Kösters
Sprache	Deutsch
Zulassungsbeschränkung	keine
Modulniveau	Bachelorstudiengang - spezialisierend Staatsexamen - weiterführend
Zwingende Teilnahmevoraussetzung	keine
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung	Grundkenntnisse in den Bereichen Analysis, Lineare Algebra und Stochastik
Zuordnung zu Curricula	B.Sc. Mathematik 14.07.2022 B.Sc. Mathematik 25.06.2020 LA Gym Mathematik 14.07.2022 LA Gym Mathematik 15.07.2019 LA Gym Mathematik 20.07.2017 M.Ed. (2 Fach) Mathematik 31.07.2023 M.A. Wirtschaftspädagogik 31.07.2023 M.A. Wirtschaftspädagogik 05.08.2021
Dauer des Moduls	1 Semester
Beginn/ Angebotsturnus	unregelmäßig
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• können einfache zufallsabhängige Entwicklungen mit Hilfe von Markov-Ketten modellieren und analysieren,</li> <li>• können die Theorie der homogenen Markov-Ketten in ihren Grundzügen darstellen und anwenden,</li> <li>• erkennen Querverbindungen zwischen verschiedenen Teilgebieten der Mathematik,</li> <li>• sind dazu in der Lage, sich eigenständig mit mathematischen Themen und mathematischer Literatur auseinanderzusetzen.</li> </ul>
Lehrinhalte	Stochastische Prozesse sind mathematische Modelle zur Beschreibung von zufallsabhängigen Entwicklungen im Zeitablauf. Diese Veranstaltung befasst sich mit einer einfachen Klasse von stochastischen Prozessen, den sog. Markov-Ketten. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Markov-Eigenschaft</li> <li>• Anfangsverteilung, Übergangsmatrix</li> <li>• Beispiele für Markov-Ketten, u.a. Irrfahrten</li> <li>• Stoppzeiten, starke Markov-Eigenschaft</li> <li>• Irreduzibilität, Aperiodizität, Rekurrenz und Transienz</li> <li>• stationäre Verteilungen</li> <li>• Konvergenzsatz, Ergodensatz</li> <li>• Reversibilität</li> <li>• Markov Chain Monte Carlo</li> </ul>
Literatur	Literaturhinweise werden in der Vorlesung bekannt gegeben.
Lehrveranstaltungen	Vorlesung 2 SWS Gesamt 2 SWS
Lernformen	begleitendes Selbststudium, begleitendes Literaturstudium, integrierte Übungsteile
Arbeitsaufwand für Studierende	Präsenzzeit 30 Std. Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit 40 Std. Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung 20 Std. Gesamtarbeitsaufwand 90 Std.

Kategorie	Inhalt
Prüfungsvorleistungen	keine
Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	Prüfungsleistung: Klausur (90 Minuten) oder Mündliche Prüfung (20 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	2100510

# Mathematische Grundlagen des Maschinellen Lernens

Kategorie	Inhalt
Modulbezeichnung (englisch)	Mathematical Basics of Machine Learning
Leistungspunkte	3
Modulverantwortlich	MNF/IfMA/Optimierung
Ansprechpartnerinnen/ 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 B.Sc. Mathematik 25.06.2020 M.Sc. Mathematik 14.07.2022 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 Gesamt 2 SWS
Lernformen	Literaturstudium, Selbststudium
Arbeitsaufwand für Studierende	Präsenzzeit 30 Std. Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit 40 Std. Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung 20 Std. Gesamtarbeitsaufwand 90 Std.
Prüfungsvorleistungen	keine
Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	Prüfungsleistung: Klausur (60 Minuten) oder Mündliche Prüfung (25 Minuten) 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 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

# Mathematisches Seminar

Kategorie	Inhalt
Modulbezeichnung (englisch)	Mathematical Seminar
Leistungspunkte	3
Modulverantwortlich	MNF/Institut für Mathematik (IfMA)
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prüfungsamt/ Studienbüro
Sprache	Deutsch
Zulassungsbeschränkung	keine
Modulniveau	Bachelorstudiengang - weiterführend Staatsexamen - weiterführend
Zwingende Teilnahmevoraus- setzung	keine
Empfohlene Teilnahmevoraus- setzung	keine
Zuordnung zu Curricula	B.Sc. Mathematik 14.07.2022 B.Sc. Mathematik 25.06.2020 B.Sc. Mathematik 26.09.2018 LA Gym Mathematik 14.07.2022 LA Gym Mathematik 15.07.2019 M.Ed. (2 Fach) Mathematik 31.07.2023 M.Ed. (2 Fach) Mathematik 30.07.2020 M.A. Wirtschaftspädagogik 31.07.2023 M.A. Wirtschaftspädagogik 05.08.2021
Dauer des Moduls	1 Semester
Beginn/ Angebotsturnus	Wintersemester
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden, <ul style="list-style-type: none"> <li>• können sich eigenständigen mit einem ausgewählten Themengebiet der Mathematik auseinandersetzen,</li> <li>• können mathematische Zusammenhänge präsentieren und darüber mit anderen Seminarteilnehmer:innen kommunizieren.</li> </ul>
Lehrinhalte	Vertiefte Behandlung eines Themengebiets der Mathematik
Literatur	Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
Lehrveranstaltungen	Seminar (Anwesenheitspflicht) 2 SWS Gesamt 2 SWS
Lernformen	Literaturstudium, Halten von Referaten, Lösen von Übungsaufgaben, Selbststudium
Arbeitsaufwand für Studierende	Präsenzzeit 30 Std. Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung 60 Std. Gesamtarbeitsaufwand 90 Std.
Prüfungsvorleistungen	Anwesenheitspflicht in den Veranstaltungsarten: Seminar
Prüfungsleistungen/ Vorausset- zungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	Prüfungsleistung: Praktische Prüfung - Gestalten einer Seminarstunde von 90 Minuten einschließlich schriftlicher Ausarbeitung von 3-5 Seiten
Regelprüfungstermin	Regelprüfungstermin gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.
Bewertung	Bewertung gemäß jeweils gültiger Studiengangsspezifischer Prüfungs- und Studienordnung.
Hinweise	keine
Modulnummer	2100660

# Maß- und Integrationstheorie

Kategorie	Inhalt
Modulbezeichnung (englisch)	Measure and Integration Theory
Leistungspunkte	6
Modulverantwortlich	MNF/Institut für Mathematik (IfMA)
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. Peter Takác Ph.D.
Sprache	Deutsch
Zulassungsbeschränkung	keine
Modulniveau	Bachelorstudiengang - weiterführend
Zwingende Teilnahmevoraussetzung	keine
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung	keine
Zuordnung zu Curricula	B.Sc. Mathematik 14.07.2022 B.Sc. Mathematik 25.06.2020 B.Sc. Mathematik 26.09.2018 B.Sc. Mathematik 27.05.2015 B.Sc. Mathematik
Dauer des Moduls	1 Semester
Beginn/ Angebotsturnus	unregelmäßig
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• haben ein Verständnis für die allgemeine Maß- und Integrationstheorie entwickelt,</li> <li>• kennen grundlegende Aussagen der Maß- und Integrationstheorie,</li> <li>• kennen Methoden, mit denen Maße und Integrale berechnet werden können.</li> </ul>
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mengentheoretische Grundlagen</li> <li>• Prämaße und Maße, äußeres Maß, Lebesgue-Borel-Maß</li> <li>• messbare Abbildungen</li> <li>• Integrale elementarer und nichtnegativer messbarer Funktionen</li> <li>• Lemma von Fatou, Integrierbarkeit, Sätze über monotone und majorisierende Konvergenz</li> <li>• Zusammenhang mit Riemannschem Integral</li> <li>• <math>L_p</math>-Räume</li> <li>• Produktmaße und der Satz von Fubini-Tonelli</li> <li>• n-dimensionales Lebesguesches Integral und der</li> <li>• Transformationssatz für Lebesgue-Integrale, Faltung und Glättung von Funktionen auf <math>R_n</math>, Approximation von <math>L_p</math>-Funktionen durch Testfunktionen</li> </ul>
Literatur	Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
Lehrveranstaltungen	Vorlesung 4 SWS Gesamt 4 SWS
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) 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	2100470

# Modellierung und Programmierung

Kategorie	Inhalt
Modulbezeichnung (englisch)	Modeling and Programming
Leistungspunkte	3
Modulverantwortlich	MNF/Institut für Mathematik (IfMA)
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. Klaus Neymeyr
Sprache	Deutsch
Zulassungsbeschränkung	keine
Modulniveau	Bachelorstudiengang - weiterführend Staatsexamen - weiterführend
Zwingende Teilnahmevoraus- setzung	keine
Empfohlene Teilnahmevoraus- setzung	Grundlegende Kenntnisse der ein- und mehrdimensionalen Analysis und Grundkenntnisse der linearen Algebra.
Zuordnung zu Curricula	B.Sc. Mathematik 14.07.2022 B.Sc. Mathematik 25.06.2020 LA Gym Mathematik 14.07.2022 M.Ed. (2 Fach) Mathematik 31.07.2023 M.A. Wirtschaftspädagogik 31.07.2023 M.A. Wirtschaftspädagogik 05.08.2021
Dauer des Moduls	1 Semester
Beginn/ Angebotsturnus	Wintersemester
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren mathematische Problemstellungen der angewandten Mathematik eigenständig und finden geeignete Lösungsverfahren,</li> <li>• haben durch die algorithmische Umsetzung auf einem Computer ein kritisches Verständnis für die Möglichkeiten und Grenzen einer fehlerbehafteten Arithmetik entwickelt,</li> <li>• präsentieren ihre Arbeitsergebnisse frei und kommunizieren sicher mit den Teilnehmer:innen des Praktikums über mathematische Sachverhalte.</li> </ul>
Lehrinhalte	<p>Im Softwarepraktikum erfolgt die Bearbeitung von mathematischen Aufgabenstellungen schwerpunktmäßig aus Anwendungsgebieten der Mathematik. Es sind sowohl gemeinsame Aufgaben in der Praktikumsgruppe als auch eine individuelle Aufgabe zu lösen.</p> <p>Inhaltlich orientieren sich die Praktikumsaufgaben an grundlegenden Problemstellungen der Numerischen Mathematik. So sind etwa die in den Modulen der Analysis eingeführten gewöhnlichen Differentialgleichungen numerisch für Probleme der Modellbildung zu lösen. Es werden auch Themengebiete der Stochastik oder der linearen Algebra, der Geometrie sowie der linearen Optimierung behandelt. Die zahlreichen Querverbindungen dieser Gebiete untereinander und zu den Problemstellungen der numerischen Mathematik wiederholen, kombinieren und vertiefen zahlreiche Inhalte aus den genannten Vorlesungen. Auch Anwendungen auf datenwissenschaftliche Probleme werden untersucht.</p> <p>Zur Lösung der Aufgaben sollen numerische Methoden verwendet werden und entsprechende Computerprogramme selbst erstellt und erprobt werden.</p> <p>Es ist ein schriftlicher Bericht zu erstellen und ein Kurzreferat über die individuelle Praktikumsaufgabe vor den Teilnehmer:innen des Praktikums zu halten.</p> <p>Beispiele möglicher Praktikumsaufgaben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Räuber-Beute Modell</li> <li>• Verkehrssimulation</li> <li>• Handschrifterkennung</li> <li>• Marktmodellierung</li> <li>• Gruppentafeln</li> <li>• Simplex-Algorithmus</li> </ul>

Kategorie	Inhalt
Literatur	individuelle Angabe im Praktikum
Lehrveranstaltungen	Praktikumsveranstaltung 2 SWS Gesamt 2 SWS
Lernformen	Gruppenarbeit, Projektarbeit, Selbststudium
Arbeitsaufwand für Studierende	Präsenzzeit 30 Std. Strukturiertes Selbststudium 20 Std. Praxis 20 Std. Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung 20 Std. Gesamtarbeitsaufwand 90 Std.
Prüfungsvorleistungen	Referat/Präsentation (20 min)
Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen 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	keine
Modulnummer	2100940

# Numerik dünn besetzter Matrizen

Kategorie	Inhalt										
Modulbezeichnung (englisch)	Numerical Methods of Sparse Matrices										
Leistungspunkte	3										
Modulverantwortlich	MNF/IfMA/Wissenschaftliches Rechnen										
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. Klaus Neymeyr										
Sprache	Deutsch										
Zulassungsbeschränkung	keine										
Modulniveau	Bachelorstudiengang - spezialisierend										
Zwingende Teilnahmevoraus- setzung	keine										
Empfohlene Teilnahmevoraus- setzung	Sichere Grundkenntnisse der linearen Algebra. Erfahrungen in einer Programmier- sprache wie C oder der Programmierung unter Matlab.										
Zuordnung zu Curricula	B.Sc. Mathematik 14.07.2022 B.Sc. Mathematik 25.06.2020 B.Sc. Mathematik 26.09.2018 B.Sc. Mathematik 27.05.2015 B.Sc. Mathematik M.Sc. Mathematik										
Dauer des Moduls	1 Semester										
Beginn/ Angebotsturnus	unregelmäßig										
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind sensibilisiert für die Verfahrenswahl bei großen Gleichungssystemen mit dünner Besetzungsstruktur,</li> <li>• setzen spezielle Techniken für die Behandlung dieser Systeme ein.</li> </ul>										
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beispiele dünn besetzter Matrizen aus dem Bereich Partielle Differentialgleichungen</li> <li>• Speichertechniken</li> <li>• Algorithmen zur Bandbreitenreduktion</li> <li>• Algorithmen zur Lösung dünn besetzter Gleichungssysteme</li> </ul>										
Literatur	Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.										
Lehrveranstaltungen	<table border="0"> <tr> <td>Vorlesung</td> <td style="text-align: right;">2 SWS</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td style="text-align: right;">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 style="text-align: right;">30 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td style="text-align: right;">30 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td style="text-align: right;">10 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td style="text-align: right;">20 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td style="text-align: right;">90 Std.</td> </tr> </table>	Präsenzzeit	30 Std.	Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	30 Std.	Übungsaufgaben	10 Std.	Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	20 Std.	Gesamtarbeitsaufwand	90 Std.
Präsenzzeit	30 Std.										
Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	30 Std.										
Übungsaufgaben	10 Std.										
Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	20 Std.										
Gesamtarbeitsaufwand	90 Std.										
Prüfungsvorleistungen	keine										
Prüfungsleistungen/ Vorausset- zungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	Prüfungsleistung: Klausur (60 Minuten) oder Mündliche Prüfung (20 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 Studien- ordnung.										
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	2100620										

# Numerische Behandlung gewöhnlicher Differentialgleichungen und Modellierung

Kategorie	Inhalt						
Modulbezeichnung (englisch)	Numerical Analysis of Ordinary Differential Equations and Modelling						
Leistungspunkte	9						
Modulverantwortlich	MNF/IfMA/Numerische Mathematik: Numerische Mathematik						
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. Jens Starke, Prof. Dr. Klaus Neymeyr						
Sprache	Deutsch						
Zulassungsbeschränkung	keine						
Modulniveau	Bachelorstudiengang - weiterführend						
Zwingende Teilnahmevoraussetzung	keine						
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung	Basiskonntnisse aus dem Modul Differentialgleichungen; Kenntnis einer Programmiersprache (etwa C,C++ oder Matlab); dringend empfohlen wird zudem ein erfolgreich absolviertes Modul der Numerischen Mathematik						
Zuordnung zu Curricula	B.Sc. Mathematik 14.07.2022 B.Sc. Mathematik 25.06.2020 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>• kennen Verfahren zur numerischen Lösung von Anfangswertproblemen gewöhnlicher Differentialgleichungen und implementieren diese auf einem Computer,</li> <li>• modellieren konkrete natur- und ingenieurwissenschaftliche Problemstellungen mit Hilfe gewöhnlichen und partiellen Differentialgleichungen,</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 mathematischer Sachverhalte sicher.</li> </ul>						
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ein- und Mehrschrittverfahren zur Lösung von Anfangswertproblemen gewöhnlicher Differentialgleichungen (Konvergenztheorie, Fehlerschätzung, Extrapolation)</li> <li>• Steife Differentialgleichungen und differential-algebraische Gleichungen</li> <li>• Modellierung mit gewöhnlichen und partiellen Differentialgleichungen in den Naturwissenschaften. Dazu Einführung in die jeweiligen Anwendungsprobleme aus den Natur- und Ingenieurwissenschaften.</li> <li>• Je nach Vorlesungsschwerpunkt Untersuchung konkreter Beispiele von Populations- und Infektionsmodellen, chemischen und biochemischen Reaktionen, Signalverarbeitung in Neuronen und neuronalen Netzen, oszillierende Schaltkreise, nichtlineare Feder-Dämpfer-Systeme, Reaktions-Diffusions-Prozesse, Signalausbreitung entlang von Axonen, Musterbildung in katalytischen chemischen Reaktionen (z.B. die Belousov-Zhabotinsky-Reaktion), Musterbildung in Fluiden, Stauentwicklung bei mikroskopischen und makroskopischen Verkehrsmodellen.</li> <li>• Je nach Vorlesungsschwerpunkt Zweipunkttrandwertprobleme gewöhnlicher Differentialgleichungen</li> <li>• Grundkonzepte der Methode der Finiten Differenzen und der Finite-Elemente-Methode für partielle Differentialgleichungen</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	<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/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	<table border="0"> <tr> <td>Prüfungsleistung:</td> <td>Klausur (120 Minuten) oder Mündliche Prüfung (30 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 (30 Minuten)		Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.						
Prüfungsleistung:	Klausur (120 Minuten) oder Mündliche Prüfung (30 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	2100580										

# Numerische Bifurkationsanalyse mit Anwendungen in Natur- und Ingenieurwissenschaften

Kategorie	Inhalt
Modulbezeichnung (englisch)	Numerical Bifurcation Analysis with Applications in Science and Engineering
Leistungspunkte	3
Modulverantwortlich	MNF/Institut für Mathematik (IfMA)
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. Jens Starke
Sprache	Deutsch oder Englisch
Zulassungsbeschränkung	keine
Modulniveau	Bachelorstudiengang - weiterführend Staatsexamen - weiterführend
Zwingende Teilnahmevoraussetzung	keine
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung	Kenntnisse aus der Analysis und der Linearen Algebra, zudem sind Grundkenntnisse in Numerik und Differentialgleichungen hilfreich, werden aber nicht vorausgesetzt
Zuordnung zu Curricula	B.Sc. Mathematik 14.07.2022 B.Sc. Mathematik 25.06.2020 B.Sc. Mathematik 27.05.2015 B.Sc. Mathematik LA Gym Mathematik 14.07.2022 LA Gym Mathematik 15.07.2019 LA Gym Mathematik 20.07.2017 LA Gym Mathematik 19.06.2014 M.Ed. (2 Fach) Mathematik 31.07.2023 M.Sc. Mathematik 27.05.2015 M.Sc. Mathematik M.Sc. Wirtschaftsmathematik 27.05.2015 M.Sc. Wirtschaftsmathematik 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>• sind in der Lage parameterabhängige Änderungen des qualitativen Verhaltens der Lösungen gewöhnlicher Differentialgleichungen numerisch zu bestimmen,</li> <li>• kennen spezielle Lösungstypen (stationäre und periodische Lösungen) und verfolgen diese parameterabhängig mit Kontinuationsmethoden,</li> <li>• können die behandelten Verfahren zur Untersuchung von Differentialgleichungsmodellen aus Natur- und Ingenieurwissenschaften kompetent anwenden.</li> </ul>
Lehrinhalte	Nach Wiederholung einiger Grundlagen aus der Analysis wird eine Einführung in die Bifurkationstheorie (Verzweigungstheorie) gegeben. Anhand von wichtigen Differentialgleichungsmodellen werden die Grenzen analytischer Methoden und die Notwendigkeit numerischer Verfahren aufgezeigt. Numerische Methoden zur Fortsetzung von Lösungen mit Prediktor-Korrektor-Verfahren sowie zur Bestimmung von Bifurkationspunkten (Verzweigungspunkten) und deren Typ werden vorgestellt. Programmieraufgaben und praktische Problemstellungen aus Natur- und Ingenieurwissenschaften begleiten und veranschaulichen die theoretischen Konzepte und werden in die Vorlesung integriert.
Literatur	Literaturhinweise werden in der Vorlesung gegeben
Lehrveranstaltungen	Vorlesung 2 SWS Gesamt 2 SWS

Kategorie	Inhalt	
Lernformen	begleitendes Literaturstudium, integrierte Übungsanteile einschließlich der Bearbeitung von Programmieraufgaben	
Arbeitsaufwand für Studierende	Präsenzzeit	30 Std.
	Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	40 Std.
	Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	20 Std.
	Gesamtarbeitsaufwand	90 Std.
Prüfungsvorleistungen	keine	
Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung (20 Minuten) oder Klausur (90 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	2100640	

# Numerische Mathematik

Kategorie	Inhalt						
Modulbezeichnung (englisch)	Numerical Mathematics						
Leistungspunkte	9						
Modulverantwortlich	MNF/IfMA/Numerische Mathematik: Numerische Mathematik						
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. Jens Starke, Prof. Dr. Klaus Neymeyr						
Sprache	Deutsch						
Zulassungsbeschränkung	keine						
Modulniveau	Bachelorstudiengang - weiterführend						
Zwingende Teilnahmevoraus- setzung	keine						
Empfohlene Teilnahmevoraus- setzung	Sichere Kenntnisse der mehrdimensionalen Analysis, der linearen Algebra und des einführenden Moduls Numerischen Mathematik.						
Zuordnung zu Curricula	B.Sc. Mathematik 14.07.2022 B.Sc. Mathematik 25.06.2020 B.Sc. Mathematik 26.09.2018 B.Sc. Mathematik 27.05.2015 B.Sc. Mathematik LA Gym Mathematik 14.07.2022 M.Ed. (2 Fach) Mathematik 31.07.2023 B.Sc. Physik 14.07.2022 B.Sc. Physik 20.04.2018 B.Sc. Physik 15.12.2015 B.Sc. Physik M.A. Wirtschaftspädagogik 31.07.2023 M.A. Wirtschaftspädagogik						
Dauer des Moduls	1 Semester						
Beginn/ Angebotsturnus	Wintersemester						
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen numerische Verfahren zur Lösung von Problemen der linearen Algebra und der Analysis,</li> <li>• verstehen die fehlerbehaftete Arithmetik eines Taschenrechners/Computers und schätzen numerische Ergebnisse und deren Zuverlässigkeit kritisch ein,</li> <li>• lösen Aufgabenstellungen, für die eine geschlossene analytische Lösung nicht zugänglich ist, durch numerische Verfahren eigenständig,</li> <li>• beurteilen die Effizienz und der Stabilität numerischer Rechenverfahren,</li> <li>• beherrschen Elemente der Modellbildung und Methoden der Simulation für vielfältige Anwendungen aus den Natur- und/oder Humanwissenschaften.</li> </ul>						
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Arithmetik eines Computers</li> <li>• Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme</li> <li>• Gaußsche Methode der kleinsten Quadrate und lineare Ausgleichsprobleme</li> <li>• Nullstellenberechnung durch Iterationsverfahren (Fixpunktiterationen)</li> <li>• Interpolation durch Polynome</li> <li>• numerische Integration</li> <li>• Matrixeigenwertprobleme</li> </ul>						
Literatur	Schwarz, Köckler: Numerische Mathematik, Teubner 2011 Stoer, Bulirsch: Numerische Mathematik, Springer 2007						
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						
Arbeitsaufwand für Studierende	Präsenzzeit 90 Std.						

Kategorie	Inhalt								
	<table> <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>	Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	80 Std.	Übungsaufgaben	40 Std.	Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	60 Std.	Gesamtarbeitsaufwand	270 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	<table> <tr> <td>Prüfungsleistung:</td> <td>Klausur (120 Minuten) oder Mündliche Prüfung (30 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 (30 Minuten)		Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.				
Prüfungsleistung:	Klausur (120 Minuten) oder Mündliche Prüfung (30 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	2100360								

# 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/ Ansprechpartner	Prof. Dr. Jens Starke, Prof. Dr. Klaus Neymeyr						
Sprache	Deutsch						
Zulassungsbeschränkung	keine						
Modulniveau	Bachelorstudiengang - weiterführend						
Zwingende Teilnahmevoraus- setzung	keine						
Empfohlene Teilnahmevoraus- setzung	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 B.Sc. Mathematik 25.06.2020 LA Gym Mathematik 14.07.2022 M.Ed. (2 Fach) Mathematik 31.07.2023 M.Sc. Mathematik 14.07.2022 M.Sc. Mathematik 25.06.2020 M.A. Wirtschaftspädagogik 31.07.2023 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) 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	

# Polynome

Kategorie	Inhalt								
Modulbezeichnung (englisch)	Polynomials								
Leistungspunkte	3								
Modulverantwortlich	MNF/Institut für Mathematik (IfMA)								
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	Prof. Dr. Gohar Kyureghyan, Prof. Dr. Jan-Christoph Schlage-Puchta								
Sprache	Deutsch								
Zulassungsbeschränkung	keine								
Modulniveau	Bachelorstudiengang - grundlagenorientiert								
Zwingende Teilnahmevoraussetzung	keine								
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung	Kenntnisse und Fertigkeiten ungefähr auf dem Niveau des Moduls Einführung in die lineare Algebra								
Zuordnung zu Curricula	B.Sc. Mathematik 25.06.2020 B.Sc. Mathematik 26.09.2018 B.Sc. Mathematik 27.05.2015								
Dauer des Moduls	1 Semester								
Beginn/ Angebotsturnus	Sommersemester								
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studenten beherrschen elementar algebraische Rechnungen mit Polynomen. Sie können Methoden der linearen Algebra auf eine nichtlineare Struktur anwenden.								
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arithmetik: Horner-Schema, Karatsuba-Multiplikation</li> <li>• Nullstellenverteilung</li> <li>• gemeinsame und doppelte Nullstellen, Diskriminante, Resultante</li> <li>• symmetrische und elementarsymmetrische Polynome</li> <li>• Polynome über endlichen Körpern</li> <li>• spezielle Polynome</li> </ul>								
Literatur	Literatur wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.								
Lehrveranstaltungen	<table> <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 und Präsentieren von Übungsaufgaben, Selbststudium								
Arbeitsaufwand für Studierende	<table> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>28 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>42 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	28 Std.	Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	42 Std.	Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	20 Std.	Gesamtarbeitsaufwand	90 Std.
Präsenzzeit	28 Std.								
Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	42 Std.								
Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	20 Std.								
Gesamtarbeitsaufwand	90 Std.								
Prüfungsvorleistungen	keine								
Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	Prüfungsleistung: Klausur (120 Minuten) oder Mündliche Prüfung (30 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 Modulprüfung erfolgt zusammen mit dem Modul Lineare und multilineare Algebra. 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	2100810								

# Stochastik für Bachelor Mathematik

Kategorie	Inhalt										
Modulbezeichnung (englisch)	Stochastics										
Leistungspunkte	9										
Modulverantwortlich	MNF/Institut für Mathematik (IfMA)										
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	N.N., Prof. Dr. Alexander Meister, Prof. Dr. Holger Werner Kösters										
Sprache	Deutsch										
Zulassungsbeschränkung	keine										
Modulniveau	Bachelorstudiengang - grundlagenorientiert										
Zwingende Teilnahmevoraus- setzung	keine										
Empfohlene Teilnahmevoraus- setzung	Module Analysis 1: Funktionen einer Veränderlichen, Analysis 2: Funktionen mehrerer Veränderlicher und Maßtheorie, Einführung in die Lineare Algebra, Lineare und Multilineare Algebra										
Zuordnung zu Curricula	B.Sc. Mathematik 14.07.2022 B.Sc. Mathematik 25.06.2020										
Dauer des Moduls	1 Semester										
Beginn/ Angebotsturnus	Wintersemester										
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• können Zufallsvorgänge mit Hilfe mathematischer Modelle der Stochastik modellieren,</li> <li>• sind sicher im Umgang mit den Grundbegriffen der Stochastik und der Maßtheorie.</li> </ul>										
Lehrinhalte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wahrscheinlichkeitsräume</li> <li>• Zufallsvariablen, Verteilungen, Maßintegral, Erwartungswert, Varianz, Kovarianz</li> <li>• Wahrscheinlichkeitsdichten, Satz von Radon-Nikodym</li> <li>• Bedingte Wahrscheinlichkeiten und Erwartungswerte, Unabhängigkeit, Kopplung endlich vieler Wahrscheinlichkeitsräume</li> <li>• Verteilungen von Summen unabhängiger Zufallsgrößen</li> <li>• Konvergenzbegriffe der Stochastik, Asymptotische Gesetze der Stochastik</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										
Arbeitsaufwand für Studierende	<table border="0"> <tr> <td>Präsenzzeit</td> <td>90 Std.</td> </tr> <tr> <td>Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit</td> <td>90 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td>40 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>50 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>270 Std.</td> </tr> </table>	Präsenzzeit	90 Std.	Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	90 Std.	Übungsaufgaben	40 Std.	Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	50 Std.	Gesamtarbeitsaufwand	270 Std.
Präsenzzeit	90 Std.										
Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	90 Std.										
Übungsaufgaben	40 Std.										
Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	50 Std.										
Gesamtarbeitsaufwand	270 Std.										
Prüfungsvorleistungen	Erreichen von mindestens 50 % der Punkte beim Lösen der Pflichtaufgaben, Vortragen der Lösung mindestens einer Übungsaufgabe mit hinreichendem Erfolg.										
Prüfungsleistungen/ Vorausset- zungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	Prüfungsleistung: Klausur (120 Minuten) oder Mündliche Prüfung (30 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.										

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	2100920

# Wahrscheinlichkeitstheorie und Mathematische Statistik

Kategorie	Inhalt										
Modulbezeichnung (englisch)	Probability Theory and Mathematical Statistics										
Leistungspunkte	9										
Modulverantwortlich	MNF/Institut für Mathematik (IfMA)										
Ansprechpartnerinnen/ Ansprechpartner	N.N., Prof. Dr. Alexander Meister, Prof. Dr. Holger Werner Kösters										
Sprache	Deutsch										
Zulassungsbeschränkung	keine										
Modulniveau	Bachelorstudiengang - weiterführend										
Zwingende Teilnahmevoraussetzung	keine										
Empfohlene Teilnahmevoraussetzung	Kenntnisse entsprechend dem Modul Stochastik für Bachelor Mathematik										
Zuordnung zu Curricula	B.Sc. Mathematik 14.07.2022 B.Sc. Mathematik 25.06.2020										
Dauer des Moduls	1 Semester										
Beginn/ Angebotsturnus	Sommersemester										
Lern- und Qualifikationsziele	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• beherrschen Modelle, theoretische Resultate und Anwendungen der Wahrscheinlichkeitstheorie,</li> <li>• beherrschen Verfahren und Erkenntnisse der statistischen Schätz- und Testtheorie.</li> </ul>										
Lehrinhalte	<p>Wahrscheinlichkeitstheorie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Asymptotische Wahrscheinlichkeitstheorie</li> <li>• Einführung in die Theorie Stochastischer Prozesse mit Beispielen und Anwendungen</li> </ul> <p>Mathematische Statistik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Parameterschätzung, Maximum-Likelihood-Schätzer, erwartungstreue Schätzer, Satz von Rao-Blackwell</li> <li>• Statistisches Testen, Lemma von Neyman-Pearson</li> <li>• Konsistenz, Empirische Verteilung, Satz von Glivenko-Cantelli</li> <li>• Lineare Regression</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>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>90 Std.</td> </tr> <tr> <td>Übungsaufgaben</td> <td>40 Std.</td> </tr> <tr> <td>Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung</td> <td>50 Std.</td> </tr> <tr> <td>Gesamtarbeitsaufwand</td> <td>270 Std.</td> </tr> </table>	Präsenzzeit	90 Std.	Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	90 Std.	Übungsaufgaben	40 Std.	Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	50 Std.	Gesamtarbeitsaufwand	270 Std.
Präsenzzeit	90 Std.										
Vor- und Nachbearbeitung der Präsenzzeit	90 Std.										
Übungsaufgaben	40 Std.										
Prüfungsvorbereitung/ Prüfungsvorleistung/ Prüfung	50 Std.										
Gesamtarbeitsaufwand	270 Std.										
Prüfungsvorleistungen	Erreichen von mindestens 50 % der Punkte beim Lösen der Pflichtaufgaben, Vortragen der Lösung mindestens einer Übungsaufgabe mit hinreichendem Erfolg.										
Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für einen erfolgreichen Modulabschluss	<table border="0"> <tr> <td>Prüfungsleistung:</td> <td>Klausur (120 Minuten) oder Mündliche Prüfung (30 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 (30 Minuten)		Bekanntgabe der Prüfungsform spätestens in der zweiten Vorlesungswoche.						
Prüfungsleistung:	Klausur (120 Minuten) oder Mündliche Prüfung (30 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.										

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	2100930