

---

Universität Freiburg – Mathematisches Institut

# Wintersemester 2025/2026

Kommentiertes Vorlesungsverzeichnis  
und Ergänzungen der Modulhandbücher

---

Version 19. Dezember 2025

# Inhaltsverzeichnis

<b>Hinweise</b>	<b>4</b>
Studienplanung . . . . .	4
Sprache . . . . .	4
Verwendbarkeit von Veranstaltungen . . . . .	4
Studien- und Prüfungsleistungen . . . . .	5
Arbeitsgebiete für Abschlussarbeiten . . . . .	6
Angebote der EUCOR-Partnerhochschulen . . . . .	7
<b>1a. Einführende Pflichtvorlesungen der verschiedenen Studiengänge</b>	<b>8</b>
Analysis I ( <i>Ernst Kuwert</i> ) . . . . .	9
Lineare Algebra I ( <i>Sebastian Goette</i> ) . . . . .	11
Numerik I ( <i>Patrick Dondl</i> ) . . . . .	13
Stochastik I ( <i>Thorsten Schmidt</i> ) . . . . .	15
Erweiterung der Analysis ( <i>Ernst August v. Hammerstein</i> ) . . . . .	17
Basics in Applied Mathematics ( <i>Sören Bartels, Moritz Diehl, Thorsten Schmidt</i> ) . . . . .	19
<b>1b. Weiterführende vierstündige Vorlesungen</b>	<b>20</b>
Algebra und Zahlentheorie ( <i>Wolfgang Soergel</i> ) . . . . .	21
Algebraische Topologie ( <i>Maximilian Stegemeyer</i> ) . . . . .	23
Analysis III ( <i>Michael Růžička</i> ) . . . . .	25
Differential Geometry ( <i>Yuchen Bi</i> ) . . . . .	27
Funktionentheorie ( <i>Stefan Kebekus</i> ) . . . . .	29
Introduction to Theory and Numerics of Partial Differential Equations ( <i>Patrick Dondl</i> ) . . . . .	31
Mathematical Statistics ( <i>Ernst August v. Hammerstein</i> ) . . . . .	33
Model Theory (Modelltheorie) ( <i>Amador Martín Pizarro</i> ) . . . . .	35
Probabilistic Machine Learning ( <i>Giuseppe Genovese</i> ) . . . . .	37
Probability Theory II – Stochastic Processes ( <i>Angelika Rohde</i> ) . . . . .	39
Variationsrechnung ( <i>Guofang Wang</i> ) . . . . .	41
Lesekurse „Wissenschaftliches Arbeiten“ (Alle Professor:innen und Privatdozent:innen des Mathematischen Instituts) . . . . .	43
<b>1c. Weiterführende zweistündige Vorlesungen</b>	<b>44</b>
Futures and Options ( <i>Eva Lütkebohmert-Holtz</i> ) . . . . .	45
Linear Algebraic Groups ( <i>Abhishek Oswal</i> ) . . . . .	47
Machine Learning and Mathematical Logic ( <i>Maxwell Levine</i> ) . . . . .	49
Markov Chains ( <i>David Criens</i> ) . . . . .	51
Mathematical Introduction to Deep Neural Networks ( <i>Diyora Salimova</i> ) . . . . .	53
Mathematical Time Series Analysis ( <i>Rainer Dahlhaus</i> ) . . . . .	55
Measure Theory ( <i>Peter Pfaffelhuber</i> ) . . . . .	57
Numerical Optimal Control ( <i>Moritz Diehl</i> ) . . . . .	59
Theory and Numerics for Partial Differential Equations – Selected Nonlinear Problems ( <i>Sören Bartels</i> ) . . . . .	61
Topics in Mathematical Physics ( <i>Chiara Saffirio</i> ) . . . . .	63
Topological Data Analysis ( <i>Mikhail Tëmkin</i> ) . . . . .	65

<b>2a. Fachdidaktik</b>	<b>68</b>
Einführung in die Fachdidaktik der Mathematik ( <i>Katharina Böcherer-Linder</i> ) . . . . .	69
Didaktik der Funktionen und der Analysis ( <i>Katharina Böcherer-Linder</i> ) . . . . .	71
Didaktik der Stochastik und der Algebra ( <i>Frank Reinhold</i> ) . . . . .	73
Fachdidaktikseminar: Medieneinsatz im Mathematikunterricht ( <i>Jürgen Kury</i> ) . . . . .	75
Fachdidaktikseminare der PH Freiburg ( <i>Dozent:innen der PH Freiburg</i> ) . . . . .	76
Modul "Fachdidaktische Forschung" ( <i>Dozent:innen der PH Freiburg, Anselm Strohmaier</i> ) . . . . .	77
<b>2b. Lehramts- und Tutoratsmodule</b>	<b>79</b>
Lernen durch Lehren () . . . . .	80
Schulmathematische Aspekte der Analysis und Linearen Algebra ( <i>Katharina Böcherer-Linder, Markus Junker</i> )	81
<b>2c. Praktische Übungen</b>	<b>82</b>
Praktische Übung zu 'Introduction to Theory and Numerics of Partial Differential Equations' ( <i>Patrick Dondl</i> )	83
Praktische Übung zu Numerik ( <i>Patrick Dondl</i> ) . . . . .	84
Praktische Übung zu 'Theory and Numerics of Partial Differential Equations – Selected Nonlinear Problems' ( <i>Sören Bartels</i> ) . . . . .	85
Python for Data Analysis ( <i>Sebastian Stropel</i> ) . . . . .	86
<b>3a. Proseminare</b>	<b>87</b>
Proseminar: Elementare Zahlentheorie ( <i>Annette Huber-Klawitter</i> ) . . . . .	88
Proseminar: Gewöhnliche Differentialgleichungen ( <i>Diyora Salimova</i> ) . . . . .	89
Proseminar: Graphentheorie ( <i>Heike Mildenberger</i> ) . . . . .	90
Proseminar: Mathematik im Alltag ( <i>Susanne Knies</i> ) . . . . .	91
<b>3b. Seminare</b>	<b>92</b>
M.Ed.-Seminar (nach Praxissemester): Mathematik im Alltag ( <i>Susanne Knies</i> ) . . . . .	93
Seminar: Computational PDEs – Gradient Flows and Descent Methods ( <i>Sören Bartels</i> ) . . . . .	94
Seminar zur Darstellungstheorie ( <i>Wolfgang Soergel</i> ) . . . . .	95
Seminar: Medical Data Science ( <i>Harald Binder</i> ) . . . . .	96
Seminar: Minimalflächen ( <i>Guofang Wang</i> ) . . . . .	98
Seminar: Random Walks ( <i>Angelika Rohde</i> ) . . . . .	99
Seminar: Data-Driven Medicine from Routine Data ( <i>Nadine Binder</i> ) . . . . .	101
Graduate Student Speaker Series () . . . . .	102
<b>4b. Fachfremde Veranstaltungen für den M.Sc. Mathematics in Data and Technology</b>	<b>103</b>
Computer Vision ( <i>Thomas Brox</i> ) . . . . .	104
Financial Time Series Analysis ( <i>Jasper Peter Rennspies</i> ) . . . . .	105
Foundations of Deep Learning ( <i>Abhinav Valada</i> ) . . . . .	106
Intermediate Econometrics ( <i>Roxana Halbleib</i> ) . . . . .	107
Machine Learning ( <i>Abhinav Valada</i> ) . . . . .	108
Modellbildung und Systemidentifikation ( <i>Moritz Diehl</i> ) . . . . .	109
Model Predictive Control and Reinforcement Learning ( <i>Joschka Boedecker, Moritz Diehl, Sébastien Gros</i> ) .	110
Reinforcement Learning ( <i>Joschka Boedecker</i> ) . . . . .	111

# Studienplanung

Liebe Studierende der Mathematik,

das Kommentierte Vorlesungsverzeichnis bietet Informationen über das Lehrangebot des Mathematischen Instituts im jeweiligen Semester. Welche Veranstaltungen Sie in Ihrem Studiengang absolvieren können und müssen sowie Informationen zum Studienverlauf entnehmen Sie am besten den Informationsseiten zu den einzelnen Studiengängen, die Sie unter <https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/> finden. Bitte beachten Sie, dass es für einen Studiengang unter Umständen verschiedenen Prüfungsordnungsversionen mit verschiedenen Anforderungen gibt.

Gerne können Sie bei Bedarf die [Beratungsangebote](#) des Mathematischen Instituts in Anspruch nehmen: Studienberatung durch die Studiengangkoordinator:innen, Studienberatung der einzelnen Abteilungen sowie Beratung durch die Dozent:innen (Sprechzeiten siehe auf den im [Personenverzeichnis](#) des Instituts verlinkten persönlichen Webseiten).

Bitte beachten Sie:

- Die beiden **Bachelor-Studiengänge** sowie die Studiengänge **Master of Education als Erweiterungsfach** beginnen mit den Grundvorlesungen Analysis I und II und Lineare Algebra I und II, auf denen die meisten weiteren Mathematikveranstaltungen inhaltlich aufbauen. Varianten für den Studienverlauf, falls man im Zwei-Hauptfächer-Bachelor-Studiengang aufgrund der Fächerkombination nur mit einer der beiden Grundvorlesungen anfangen kann, finden sich auf der [Informationsseite des Studiengangs](#).
- Als sogenannte Orientierungsleistung müssen bis zum Ende des 3. Fachsemesters im **B.Sc.-Studiengang** die beiden Klausuren zu Analysis I und zu Lineare Algebra I bestanden sein, im **Zwei-Hauptfächer-Bachelor-Studiengang** mindestens eine der beiden.
- Darüber hinaus gibt es **keine Vorschriften an die Gestaltung des individuellen Studienverlaufs** und – abgesehen von der begrenzten Anzahl an Plätzen in jedem Seminar bzw. Proseminar – auch **keine Zugangs-voraussetzungen an Veranstaltungen**. Sie können selbst bestimmen, welche Veranstaltungen Sie wann absolvieren. Bei der Wahl sind aber unbedingt die inhaltlich erforderlichen Vorkenntnisse zu beachten!
- Im **M.Sc.-Studiengang** müssen Sie bei der Auswahl der Veranstaltungen beachten, dass Sie maximal zwei der vier mündlichen Prüfungen bei dem-/derselben Prüfer:in ablegen dürfen. Die Zusammensetzung des Vertiefungsmoduls müssen Sie mit dem/der Prüfer:in absprechen; nicht alle denkbaren Kombinationen sind akzeptiert.
- Inwieweit der Stoff der von Ihnen absolvierten Veranstaltungen als **Grundlage für Abschlussarbeiten** ausreicht, muss rechtzeitig mit dem/der Betreue:rin der Arbeit abgesprochen werden.

## Sprache

Veranstaltungen mit dem Kürzel „D“ werden auf Deutsch, Veranstaltungen mit dem Kürzel „E“ werden auf Englisch angeboten. Übungsaufgaben zu englischen Vorlesungen können häufig auch auf Deutsch bearbeitet werden.

In Seminaren sind in der Regel Vorträge auf Deutsch und auf Englisch möglich; das Kürzel „D/E“ weist auf diese Möglichkeit hin.

## Verwendbarkeit von Veranstaltungen und ECTS-Punkte

Pro Veranstaltung ist in der Rubrik „Verwendbarkeit“ angegeben, in welchen Modulen aus welchen Studiengängen sie verwendet werden kann. Bei der Darstellung der Verwendbarkeiten werden die folgenden Studiengangkürzel verwendet:

2HfB21	Zwei-Hauptfächer-Bachelor-Studiengang
BSc21	Bachelor of Science in Mathematik, PO-Version von 2021
BScInfo19	Bachelor of Science in Informatik, PO-Version von 2019
BScPhys22	Bachelor of Science in Physik, PO-Version von 2022
MEd18	Master of Education in Mathematik
MEdual24	Masterstudiengang „Lehramt Gymnasien – dual“
MEH21	Master of Education, Mathematik als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten
MEB21	Master of Education, Mathematik als Erweiterungsfach mit 90 ECTS-Punkten
MSc14	Master of Science in Mathematik
MScData24	Master of Science in Mathematics in Data and Technology

Grundsätzlich dürfen in einem Master-Studiengang keine Veranstaltungen absolviert werden, die in dem zugrundeliegenden Bachelor-Studiengang bereits verwendet wurden. Bei Rückfragen wenden Sie sich bitte an die Studiengangkoordination.

Bitte beachten Sie außerdem:

- Es ist erlaubt, höhere, typischerweise für den M.Sc.-Studiengang angebotene Vorlesungen in Bachelor- und Master-of-Education-Studiengängen zu verwenden. Aufgrund der geforderten Vorkenntnisse werden sie aber nur in Ausnahmefällen dafür in Frage kommen: Wenn eine Veranstaltung für ein Modul verwendbar ist, bedeutet dies nicht unbedingt, dass sie dafür auch geeignet sein muss. Umgekehrt sind Extremfälle nicht aufgeführt (beispielsweise eine Vorlesung wie „Differentialgeometrie II“ als Vertiefungsmodul im M.Ed.), was wiederum nicht bedeutet, dass dies nicht möglich ist.
- Im B.Sc. Mathematik müssen über den Pflichtbereich hinaus mindestens drei 4-stündige Vorlesungen mit 2-stündigen Übungen (à 9 ECTS-Punkte) absolviert werden. Mindestens eine davon muss aus dem Bereich der Reinen Mathematik stammen. Welche der Vorlesungen zur Reinen Mathematik zählen, können Sie daran sehen, ob sie im M.Sc. Mathematik für das Modul „Reine Mathematik“ zugelassen ist.

## Studien- und Prüfungsleistungen

Die Rubrik „Verwendbarkeit“ wird zu Vorlesungsbeginn ergänzt werden um die Information, welche Prüfung- und Studienleistung bei der Verwendung in dem entsprechenden Modul bzw. Studienbereich gefordert werden. Diese Informationen stellen im prüfungs- und akkreditierungsrechtlichen Sinn eine Ergänzung der [Modulhandbücher](#) dar und wurden von der Studienkommission Mathematik am 23.10.2025 verabschiedet.

Bitte beachten Sie:

- Abweichungen von der angegebenen Prüfungsart sind zulässig, sofern aufgrund von Umständen, die der/die Prüfer:in nicht zu vertreten hat, die vorgesehene Prüfungsart nicht geeignet oder von unverhältnismäßigem Aufwand wäre. Entsprechendes gilt für Studienleistungen.
  - Ist eine Veranstaltung als Wahlmodul in einem nicht aufgeführten Studiengang zugelassen, richten sich die Anforderungen nach
    - dem Wahlpflichtmodul des B.Sc.-Studiengangs, falls Prüfungsleistungen gefordert sind
    - dem Wahlmodul des M.Sc.-Studiengangs, falls ausschließlich Studienleistungen gefordert sind.
- Falls die entsprechenden Module nicht angeboten werden, erkundigen Sie sich bitte bei der Studiengangkoordination der Mathematischen Instituts.
- Sofern als Studienleistung schriftlich zu bearbeitende Übungsaufgaben gefordert sind, handelt es sich in der Regel um wöchentlich zu bearbeitende Übungsaufgaben, bei einstündiger Übung auch um 14-täglich zu bearbeitende Übungsaufgaben. Je nach Beginn, Ende, Rhythmus und einzelnen Pausen können es zwischen 5 und 14 Übungsblätter sein. Die Anzahl der pro Übungsblatt erreichbaren Punkte kann verschieden sein.
  - Bei Praktischen Übungen gilt dies analog für die Programmieraufgaben.

# Arbeitsgebiete für Abschlussarbeiten

Informationen zu Bachelor- und Master-Arbeiten im Fach Mathematik finden Sie hier:

<https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/de/page/abschlussarbeiten/>

Die folgende Liste gibt Ihnen einen Überblick, aus welchen Gebieten die Professorinnen, Professoren und Privatdozenten des Mathematischen Instituts typischerweise Themen für Examensarbeiten vergeben. Bitte vereinbaren Sie bei Interesse an einer Abschlussarbeit frühzeitig einen Gesprächstermin!

Prof. Dr. <b>Sören Bartels</b>	Angewandte Mathematik, Partielle Differentialgleichungen und Numerik
Prof. Dr. <b>Harald Binder</b>	Medizinische Biometrie und Angewandte Statistik
JProf. Dr. <b>David Criens</b>	Stochastische Analysis, Wahrscheinlichkeitstheorie und Finanzmathematik
Prof. Dr. <b>Moritz Diehl</b>	Numerik, Optimierung, Optimale Steuerung
Prof. Dr. <b>Patrick W. Dondl</b>	Angewandte Mathematik, Variationsrechnung, Partielle Differentialgleichungen und Numerik
Prof. Dr. <b>Sebastian Goette</b>	Differentialgeometrie, Topologie und globale Analysis
Prof. Dr. <b>Nadine Große</b>	Differentialgeometrie und globale Analysis
Prof. Dr. <b>Annette Huber-Klawitter</b>	Algebraische Geometrie und Zahlentheorie
PD Dr. <b>Markus Junker</b>	Mathematische Logik, Modelltheorie
Prof. Dr. <b>Stefan Kebekus</b>	Algebra, Funktionentheorie, Komplexe und Algebraische Geometrie
Prof. Dr. <b>Ernst Kuwert</b>	Partielle Differentialgleichungen, Variationsrechnung
Prof. Dr. <b>Eva Lütkebohmert-Holtz</b>	Finanzmathematik, Risikomanagement und Regulierung
Prof. Dr. <b>Amador Martín Pizarro</b>	Mathematische Logik, insbesondere Modelltheorie
Prof. Dr. <b>Heike Mildenberger</b>	Mathematische Logik, darin insbesondere: Mengenlehre und unendliche Kombinatorik
JProf. Dr. <b>Abhishek Oswal</b>	Algebra, Algebraic Geometry, and Number Theory
Prof. Dr. <b>Peter Pfaffelhuber</b>	Stochastik, Biomathematik
Prof. Dr. <b>Angelika Rohde</b>	Mathematische Statistik, Wahrscheinlichkeitstheorie
Prof. Dr. <b>Michael Růžička</b>	Angewandte Mathematik und Partielle Differentialgleichungen
Prof. Dr. <b>Chiara Saffirio</b>	Mathematische Physik
JProf. Dr. <b>Diyora Salimova</b>	Angewandte Mathematik, Partielle Differentialgleichungen, Maschinelles Lernen und Numerik
Prof. Dr. <b>Thorsten Schmidt</b>	Finanzmathematik, Maschinelles Lernen
Prof. Dr. <b>Wolfgang Soergel</b>	Algebra und Darstellungstheorie
Prof. Dr. <b>Guofang Wang</b>	Partielle Differentialgleichungen, Variationsrechnung

# Angebote der EUCOR-Partnerhochschulen

Im Rahmen der EUCOR-Kooperation können Sie Veranstaltungen an den Partnerhochschulen *Universität Basel*, *Karlsruher Institut für Technologie*, *Université Haute-Alsace* in Mulhouse und der *Université de Strasbourg* besuchen. Das Verfahren ist auf [dieser Informationsseite](#) ausführlich erklärt.

Insbesondere Basel und Straßburg bieten auf Master-Niveau interessante Ergänzungen unseres Vorlesungsprogramms. Anrechnungen sind im Rahmen der jeweiligen Prüfungsordnung möglich, vor allem im Wahl(pflicht)bereich des B.Sc.- und M.Sc.-Studiengangs. Bitte sprechen Sie mögliche Anrechnungen vorher mit der Studiengangkoordination ab!

Die Kosten für die Fahrt mit Zug, Bus und Straßenbahn können durch EUCOR bezuschusst werden.

## Basel

**Institut:** Das [Departement Mathematik und Informatik](#) der Universität Basel bietet acht Forschungsgruppen in Mathematik: Algebraische Geometrie, Zahlentheorie, Analysis, Numerik, Computational Mathematics, Wahrscheinlichkeitstheorie, Mathematical Physics und Statistical Science.

**Vorlesungsangebot:** Die Seiten mit dem [Vorlesungsangebot im Bachelor](#) und dem [Vorlesungsangebot im Master](#) scheinen am ehesten unserem Mathematik-Vorlesungsverzeichnis zu entsprechen. Das allgemeine Vorlesungsverzeichnis der Universität finden Sie hier: <https://vorlesungsverzeichnis.unibas.ch/de/semester-planung>

**Termine:** In Basel beginnt das Herbstsemester Mitte September und endet Ende Dezember, das Frühjahrssemester läuft von Mitte Februar bis Ende Mai.

**Anfahrt:** Die Universität Basel erreicht man am besten mit dem Zug: Die Bahnfahrt zum Badischen Bahnhof dauert im Nahverkehr etwa 45–60 Minuten, mit ICE 30 Minuten. Anschließend mit der Tram 6 Richtung *Allschwil Dorf* bis Haltestelle *Schiffände* (ca. 10 Minuten).

## Straßburg

**Institut:** In Straßburg gibt es ein großes [Institut de recherche mathématique avancée](#) (IRMA), das in sieben *Équipes* untergliedert ist: Analyse; Arithmétique et géométrie algébrique; Algèbre, représentations, topologie; Géométrie; Modélisation et contrôle; Probabilités und Statistique. Auf der Webseite des Instituts werden Seminare und Arbeitsgruppen (*groupes de travail*) angekündigt.

**Vorlesungsangebot:** Eine Teilnahme von Freiburger Studierenden an den [Angeboten des zweiten Master-Jahres M2](#) ist hochwillkommen. Je nach Vorkenntnissen sind die Vorlesungen für unsere Studierende ab dem 3. Studienjahr geeignet. Vorlesungssprache ist a priori Französisch, bei entsprechender Nachfrage wird aber gerne ein Wechsel zu Englisch möglich, bitte im Vorfeld absprechen. In Straßburg wird im M2 jährlich ein anderes Schwerpunktthema angeboten, im Jahr 2025/26 ist es: *Analyse*.

Allgemeine Vorlesungsverzeichnisse gibt es in Frankreich typischerweise nicht.

**Termine:** In Frankreich läuft das *1<sup>er</sup> semestre* von Anfang September bis Ende Dezember und das *2<sup>nd</sup> semestre* von Ende Januar bis Mitte Mai. Eine genauere Terminplanung wird es erst im September geben. Die Stundenpläne sind flexibel, in der Regel kann auf die Bedürfnisse der Freiburger eingegangen werden.

**Anfahrt:** Die *Université de Strasbourg* erreicht man am schnellsten mit dem Auto (eine gute Stunde). Alternativ gibt es eine sehr günstige Verbindung mit Flixbus zur *Place de l'Étoile*. Die Bahnfahrt zum Hauptbahnhof in Straßburg dauert im Nahverkehr etwa 1h40, mit ICE 1h10. Anschließend mit der Straßenbahn Ligne C Richtung *Neuhof, Rodolphe Reuss* bis Haltestelle *Universités*.

Für weitere Informationen und organisatorische Hilfen stehen gerne zur Verfügung:

in Freiburg: [Prof. Dr. Annette Huber-Klawitter](#)

in Straßburg: [Prof. Carlo Gasbarri](#), Koordinator des M2  
oder die jeweiligen Kursverantwortlichen.

# **1a. Einführende Pflichtvorlesungen der verschiedenen Studiengänge**

---

# **Analysis I**

*Ernst Kuwert, Assistenz: Xuwen Zhang*

Vorlesung: Di, Mi, 8–10 Uhr, HS Rundbau, [Albertstr. 21](#)

Übung: 2-stündig, verschiedene Termine

auf Deutsch

## **Inhalt:**

Analysis I ist eine der beiden Grundvorlesungen des Mathematikstudiums. Es werden Konzepte behandelt, die auf dem Begriff des Grenzwerts beruhen. Die zentralen Themen sind: vollständige Induktion, reelle und komplexe Zahlen, Konvergenz von Folgen und Reihen, Vollständigkeit, Exponentialfunktion und trigonometrische Funktionen, Stetigkeit, Ableitung von Funktionen einer Variablen, Regelintegral.

## **Literatur:**

Wird in der Vorlesung bekanntgegeben.

## **Vorkenntnisse:**

Notwendig: Oberstufenmathematik.

Der Besuch des Vorkurses wird empfohlen.

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

PL: Mündliche Prüfung (Dauer ca. 30 Minuten) über Analysis I und II am Ende des Moduls. (Die bestandene Klausur zu Analysis I und die bestandene Übung zu Analysis II sind Zulassungsvoraussetzungen).	x		
SL: Bestehen der Abschlussklausur (Dauer 1 bis 3 Stunden).	x	x	
SL: Regelmäßige Teilnahme am Tutorat (wie in der Prüfungsordnung definiert).	x	x	
SL: Mindestens 40% der Punkte, die insgesamt in den für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können.	x	x	
SL: Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können.	x	x	
	①	②	

① Die Veranstaltung deckt nur einen Teil des Moduls ab; die ECTS-Punkte werden erst für das vollständige Modul verbucht.

---

# **Lineare Algebra I**

*Sebastian Goette, Assistenz: Mikhail Tëmkin*  
Vorlesung: Mo, Do, 8–10 Uhr, HS Rundbau, [Albertstr. 21](#)  
Übung: 2-stündig, verschiedene Termine

auf Deutsch

## **Inhalt:**

Lineare Algebra I ist eine der beiden Einstiegsvorlesungen des Mathematikstudiums, die die Grundlage für weiteren Veranstaltungen bilden. Behandelt werden u.a: Grundbegriffe (insbesondere Grundbegriffe der Mengenlehre und Äquivalenzrelationen), Gruppen, Körper, Vektorräume über beliebigen Körpern, Basis und Dimension, lineare Abbildungen und darstellende Matrix, Matrizenkalkül, lineare Gleichungssysteme, Gauß-Algorithmus, Linearformen, Dualraum, Quotientenvektorräume und Homomorphiesatz, Determinante, Eigenwerte, Polynome, charakteristisches Polynom, Diagonalisierbarkeit, affine Räume. Ideen- und mathematikgeschichtliche Hintergründe der mathematischen Inhalte werden erläutert.

## **Literatur:**

Wird in der Vorlesung bekanntgegeben.

## **Vorkenntnisse:**

Notwendig: Oberstufenmathematik.  
Der Besuch des Vorkurses wird empfohlen.

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

	• Lineare Algebra (2HfB21, BSc21, MEH21) – 18 ECTS	• Lineare Algebra (MEB21) – 15 ECTS	• Lineare Algebra I – fachfremd (BScInfo19, BScPhys20) – 9 ECTS	
PL: Mündliche Prüfung (Dauer ca. 30 Minuten) über Lineare Algebra I und II am Ende des Moduls. (Die bestandene Klausur zu Lineare Algebra I und die bestandene Übung zu Lineare Algebra II sind Zulassungsvoraussetzungen).	x			
SL: Bestehen der Abschlussklausur (Dauer 1 bis 3 Stunden).	x	x	x	
SL: Regelmäßige Teilnahme am Tutorat (wie in der Prüfungsordnung definiert).	x	x	x	
SL: Mindestens 40% der Punkte, die insgesamt in den für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können.	x	x	x	
SL: Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können.	x	x	x	
	①	②	③	

① ② Die Veranstaltung deckt nur einen Teil des Moduls ab; die ECTS-Punkte werden erst für das vollständige Modul verbucht.

---

# Numerik I

Patrick Dondl, Assistenz: Jonathan Brugger

auf Deutsch

Vorlesung: Mi, 14–16 Uhr, HS Weismann-Haus, [Albertstr. 21a](#)

Übung: 2-stündig 14-täglich, verschiedene Termine

## Inhalt:

Die Numerik ist eine Teildisziplin der Mathematik, die sich mit der praktischen Lösung mathematischer Aufgaben beschäftigt. Dabei werden Probleme in der Regel nicht exakt sondern approximativ gelöst, wofür ein sinnvoller Kompromiss aus Genauigkeit und Rechenaufwand zu finden ist. Im ersten Teil des zweisemestrigen Kurses stehen Fragestellungen der Linearen Algebra wie das Lösen linearer Gleichungssysteme und die Bestimmung von Eigenwerten einer Matrix im Vordergrund. Der Besuch der begleitenden praktischen Übung wird empfohlen. Diese finden 14-täglich im Wechsel mit der Übung zur Vorlesung statt.

## Literatur:

- S. Bartels: *Numerik 3x9*. Springer, 2016.
- R. Plato: *Numerische Mathematik kompakt*. Vieweg, 2006.
- R. Schaback, H. Wendland: *Numerische Mathematik*. Springer, 2004.
- J. Stoer, R. Burlisch: *Numerische Mathematik I, II*. Springer, 2007, 2005.
- G. Hämerlin, K.-H. Hoffmann: *Numerische Mathematik*. Springer, 1990.
- P. Deuflhard, A. Hohmann, F. Bornemann: *Numerische Mathematik I, II*. DeGruyter, 2003.

## Vorkenntnisse:

Notwendig: Lineare Algebra I

Nützlich: Lineare Algebra II und Analysis I (notwendig für Numerik II)

## Bemerkungen:

Begleitend zur Vorlesung wird eine Praktische Übung angeboten.

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

PL: Klausur über Numerik I und II am Ende des Sommersemesters (Dauer: 1 bis 3 Stunden).		x	
PL: Mündliche Prüfung (Dauer: ca. 30 Minuten)			x
SL: Mindestens 50% der Punkte, die insgesamt in den für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können.	x		x
	①	②	

① Die Anforderungen an die Studienleistungen gelten separat für beide Semester des Moduls.

② Die Veranstaltung deckt nur einen Teil des Moduls ab; die ECTS-Punkte werden erst für das vollständige Modul verbucht.

---

# Stochastik I

Thorsten Schmidt, Assistenz: Simone Pavarana  
Vorlesung: Fr, 10–12 Uhr, HS Weismann-Haus, Albertstr. 21a  
Übung: 2-stündig 14-täglich, verschiedene Termine

auf Deutsch

## Inhalt:

Stochastik ist, lax gesagt, die „Mathematik des Zufalls“, über den sich – womöglich entgegen der ersten Anschauung – sehr viele präzise und gar nicht zufällige Aussagen formulieren und beweisen lassen. Ziel der Vorlesung ist, eine Einführung in die stochastische Modellbildung zu geben, einige grundlegende Begriffe und Ergebnisse der Stochastik zu erläutern und an Beispielen zu veranschaulichen. Sie ist darüber hinaus auch, speziell für Studierende im B.Sc. Mathematik, als motivierende Vorbereitung für die Vorlesung „Wahrscheinlichkeitstheorie“ im Sommersemester gedacht. Behandelt werden unter anderem: Diskrete und stetige Zufallsvariablen, Wahrscheinlichkeitsräume und -maße, Kombinatorik, Erwartungswert, Varianz, Korrelation, erzeugende Funktionen, bedingte Wahrscheinlichkeit, Unabhängigkeit, Schwaches Gesetz der großen Zahlen, Zentraler Grenzwertsatz.

Die Vorlesung Stochastik II im Sommersemester wird sich hauptsächlich statistischen Themen widmen. Bei Interesse an einer praktischen, computergestützen Umsetzung einzelner Vorlesungsinhalte wird (parallel oder nachfolgend) zusätzlich die Teilnahme an der regelmäßig angebotenen „Praktischen Übung Stochastik“ empfohlen.

## Literatur:

- L. Dümbgen: *Stochastik für Informatiker*, Springer, 2003.
- H.-O. Georgii: *Stochastik: Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik* (5. Auflage), De Gruyter, 2015.
- N. Henze: *Stochastik für Einsteiger*, (13. Auflage), Springer Spektrum, 2021.
- N. Henze: *Stochastik: Eine Einführung mit Grundzügen der Maßtheorie*, Springer Spektrum, 2019.
- G. Kersting, A. Wakolbinger: *Elementare Stochastik* (2. Auflage), Birkhäuser, 2010.

## Vorkenntnisse:

Lineare Algebra I sowie Analysis I und II  
Lineare Algebra I kann gleichzeitig gehört werden.

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

		• Stochastik (2HFB21, MEH21) – 4.5 ECTS	
PL: Klausur über Stochastik I und II am Ende des Sommersemesters (Dauer: 2 bis 4 Stunden).	<input checked="" type="checkbox"/>		
PL: Klausur über Stochastik I am Ende des Wintersemesters (Dauer: 1 bis 2 Stunden).		<input checked="" type="checkbox"/>	
SL: Mindestens 50% der Punkte, die insgesamt in den für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können.		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	①	②	

- ① Die Anforderungen an die Studienleistungen gelten separat für beide Semester des Moduls.
- ① Die Veranstaltung deckt nur einen Teil des Moduls ab; die ECTS-Punkte werden erst für das vollständige Modul verbucht.
- ② Im dualen M.Ed.-Studiengang nur in der Fächerkombination mit Physik vorgesehen.

---

# Erweiterung der Analysis

Ernst August v. Hammerstein

auf Deutsch

Vorlesung: Mi, 8–10 Uhr, HS Weismann-Haus, Albertstr. 21a

Übung: 2-stündig, verschiedene Termine

## Inhalt:

Diese Pflichtvorlesung für Lehramtsstudierende im M.Ed. baut auf den Grundvorlesungen Analysis I und II auf und ergänzt bzw. vertieft diese in den folgenden zwei Schwerpunktthemen:

*Mehrdimensionale Integration:* Das aus der Vorlesung Analysis I bekannte eindimensionale Riemann-Integral wird auf reellwertige Funktionen mehrerer Variabler verallgemeinert, wofür zunächst mit dem Jordan-Inhalt ein geeignetes Instrument zum Messen des Inhalts/Volumens mehrdimensionaler Mengen eingeführt wird. Danach werden die klassischen Integralsätze (Transformationssatz, Satz von Fubini) hergeleitet und Kurven- und Oberflächenintegrale betrachtet. Mithilfe der Divergenz und Rotation von Vektorfeldern lassen sich die beiden vorgenannten Integralarten durch die Integralsätze von Gauß und Stokes zueinander in Beziehung setzen, was die Berechnungen in praktischen Anwendungen erheblich vereinfacht.

*Funktionentheorie:* Diese untersucht im Gegensatz zu Analysis I die (komplexe) Differenzierbarkeit von Funktionen einer komplexen Variablen. Komplex differenzierbare, sog. holomorphe Funktionen unterliegen, wie sich zeigen wird, viel strengerer Regeln und Gesetzmäßigkeiten als im Reellen, was zu ebenso schönen wie überraschenden Ergebnissen führt. Wir werden hierzu den Cauchyschen Intergalsatz und die Cauchysche Integralformel beweisen und einige Anwendungen und Folgerungen aus diesen näher betrachten.

## Literatur:

- H. Heuser: *Lehrbuch der Analysis. Teil 2* (14. Auflage), Vieweg+Teubner, 2008.
- K. Königsberger: *Analysis 2* (5. Auflage), Springer, 2004.
- K. Jänich: *Funktionentheorie. Eine Einführung* (6. Auflage), Springer, 2004.
- R. Remmert, G. Schumacher: *Funktionentheorie 1* (5. Auflage), Springer, 2002.

## Vorkenntnisse:

Analysis I und II, Lineare Algebra I und II

## **Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:**

- Erweiterung der Analysis  
(MEd18, MEdH21,  
MEdual24) – 5 ECTS

PL: Klausur (Dauer: 1 bis 3 Stunden)	✗
SL: Mindestens 50% der Punkte, die insgesamt in den für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können.	✗
SL: Mindestens einmaliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat.	✗  ①

① Im dualen M.Ed.-Studiengang nur in der Fächerkombination mit Informatik vorgesehen.

---

# Basics in Applied Mathematics

*Sören Bartels, Moritz Diehl, Thorsten Schmidt, Assistenz: Alen Kushova*

auf Englisch

Vorlesung: Di, Do, 8–10 Uhr, SR 404, Ernst-Zermelo-Str. 1

Übung: Do, 10–12 Uhr, HS II, Albertstr. 23b

Praktische Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt

## Inhalt:

Diese Vorlesung bietet eine Einführung in die grundlegenden Konzepte, Begriffe, Definitionen und Ergebnisse der Stochastik, der Numerik und der Optimierung, begleitet von Programmierprojekten in Python. Der Kurs vertieft die vorhandenen Grundlagen in den drei Gebieten und bietet die Basis für die weiterführenden Vorlesungen dieser Gebiete.

## Literatur:

Ein Skript wird zur Verfügung gestellt.

## Vorkenntnisse:

Keine, die über die Zulassung zum Studiengang hinausgehen.

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Basics in Applied  
Mathematics  
(MScData24) – 12 ECTS  
•

---

SL: In jeden der drei Teile (Stochastik, Numerik, Optimierung) mindestens 50% der Punkte in den Übungen. ✗

SL: Erfolgreiche Bearbeitung der Programmieraufgaben. ✗

SL: Bestehen eines mündlichen Abschlusstests (d.h. einer unbenoteten mündlichen Prüfung) ✗

# **1b. Weiterführende vierstündige Vorlesungen**

---

# **Algebra und Zahlentheorie**

Wolfgang Soergel, Assistenz: Damian Sercombe

auf Deutsch

Vorlesung: Di, Do, 10–12 Uhr, HS Weismann-Haus, [Albertstr. 21a](#)

Übung: 2-stündig, verschiedene Termine

## **Inhalt:**

Diese Vorlesung setzt die Lineare Algebra fort. Behandelt werden Gruppen, Ringe, Körper sowie Anwendungen in der Zahlentheorie und Geometrie. Höhepunkte der Vorlesung sind die Klassifikation endlicher Körper, die Unmöglichkeit der Winkeldreiteilung mit Zirkel und Lineal, die Nicht-Existenz von Lösungsformeln für allgemeine Gleichungen fünften Grades und das quadratische Reziprozitätsgesetz.

## **Literatur:**

- Michael Artin: *Algebra*, Birkhäuser 1998.
- Siegfried Bosch: *Algebra* (8. Auflage), Springer Spektrum 2013.
- Serge Lang: *Algebra* (3. Auflage), Springer 2002.
- Wolfgang Soergel: Skript *Algebra und Zahlentheorie*

## **Vorkenntnisse:**

Lineare Algebra I und II

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Algebra und Zahlentheorie (2HffB21, MEH21) – 9 ECTS</li> <li>• Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21) – 9 ECTS</li> <li>• Einführung in die Algebra und Zahlentheorie (MEB21) – 5 ECTS</li> <li>• Algebra und Zahlentheorie (MEdual24) – 9 ECTS</li> <li>• Reine Mathematik (MSc14) – 11 ECTS</li> <li>• Wahlmodul (MSc14) – 9 ECTS • Elective (MScData24) – 9 ECTS</li> </ul>					
PL: Klausur (Dauer: 1 bis 3 Stunden)	x	x				
PL: Mündliche Prüfung (Dauer: ca. 30 Minuten)				x	x	
PL: Mündliche Prüfung über den ersten Teil der Veranstaltung bis Weihnachten (Dauer: ca. 30 Minuten)			x			
SL: Bestehen der Abschlussklausur (Dauer 1 bis 3 Stunden).					x	x
SL: Mindestens 50% der Punkte, die insgesamt in den für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können.	x	x	x	x	x	x
	①	②	③	④	⑤	⑥

② Zählt bei Bedarf als eines der drei Module 'Vorlesung mit Übung A' bis 'Vorlesung mit Übung C' und deckt dabei die Bedingung ab, dass eines zur Reinen Mathematik gehören muss.

③ Es zählen nur die bis Weihnachten bearbeitbaren Übungsblätter.

---

# Algebraische Topologie

Maximilian Stegemeyer

auf Deutsch

Vorlesung: Di, Do, 10–12 Uhr, SR 404, [Ernst-Zermelo-Str. 1](#)

Übung: Mi, 14–16 Uhr, SR 403, [Ernst-Zermelo-Str. 1](#)

## Inhalt:

In der algebraischen Topologie werden topologische Räume untersucht, indem den Räumen auf bestimmte Weise algebraische Objekte, z.B. Gruppen, Vektorräume oder Ringe, zugeordnet werden. Diese Zuordnung geschieht meist auf eine Weise, die invariant unter Homotopie-Äquivalenzen ist, daher spricht man auch von Homotopie-Invarianten. Die algebraische Topologie untersucht also in erster Linie die Konstruktion und die Eigenschaften von Homotopie-Invarianten.

In dieser Vorlesung werden wir zunächst der Begriff der Fundamentalgruppe wiederholen und der Zusammenhang zur Überlagerungstheorie studieren. Danach werden die singulären Homologie-Gruppen eines topologischen Raums eingeführt und ausführlich untersucht. Zum Schluss gehen wir noch auf Kohomologie- und Homotopie-Gruppen und ihr Verhältnis zur singulären Homologie ein. Zudem werden wir zahlreiche Anwendungen dieser Invarianten auf topologische und geometrische Probleme kennenlernen.

## Literatur:

- Glen E. Bredon: *Topology and geometry*, Springer Science & Business Media, 2013.
- John Lee: *Introduction to topological manifolds*, Springer Science & Business Media, 2010.
- Joseph J. Rotman: *An introduction to algebraic topology*, Springer Science & Business Media, 2013.

## Vorkenntnisse:

Topologie

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

PL: Mündliche Prüfung (Dauer: ca. 30 Minuten)		x	x		
PL: Mündliche Prüfung über alle Teile des Moduls (Dauer: ca. 45 Minuten)				x	
SL: Mindestens 50% der Punkte, die insgesamt in den für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können.	x	x	x	x	x
	①	②	③	④	⑤

① Verwendbar bei Wahl der Option "Individuelle Studiengestaltung".

② Zählt bei Bedarf als eines der drei Module 'Vorlesung mit Übung A' bis 'Vorlesung mit Übung C' und deckt dabei die Bedingung ab, dass eines zur Reinen Mathematik gehören muss.

③ Die Veranstaltung deckt nur einen Teil des Moduls ab; die ECTS-Punkte werden erst für das vollständige Modul verbucht.

④ Die Zusammensetzung des Vertiefungsmoduls muss mit dem Prüfer/der Prüferin abgesprochen werden. Nicht alle Kombinationen sind zulässig.

---

## **Analysis III**

*Michael Růžička, Assistenz: Luciano Sciaraffia*

auf Deutsch

Vorlesung: Mo, Mi, 10–12 Uhr, HS Weismann-Haus, [Albertstr. 21a](#)

Übung: 2-stündig, verschiedene Termine

### **Inhalt:**

Die Vorlesung Analysis III beschäftigt sich mit der Maß- und Integrationstheorie unter besonderer Berücksichtigung des Lebesgue-Maßes. Diese Theorien sind von besonderer Bedeutung für viele weiterführende Vorlesungen aus der Analysis, Angewandten Mathematik, Stochastik, Wahrscheinlichkeitstheorie und Geometrie, sowie der Physik. Schwerpunktthemen sind Maße und Integrale im  $\mathbb{R}^n$ , Lebesgue-Räume, Konvergenzsätze, der Transformationssatz, Oberflächenintegrale und der Integralsatz von Gauss.

### **Vorkenntnisse:**

Notwendig: Analysis I und II, Lineare Algebra I

Nützlich: Lineare Algebra II

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

	• Wahlmodul im Optionsbereich (2HfB21) – 9 ECTS	• Analysis III (BSc21) – 9 ECTS Elective in Data (MScData24) – 9 ECTS	• Mathematische Vertiefung (MEdI8, MEH21) – 9 ECTS	
PL: Klausur (Dauer: 1 bis 3 Stunden)			x	
PL: Mündliche Prüfung (Dauer: ca. 30 Minuten)				x
SL: Bestehen der Abschlussklausur (Dauer 1 bis 3 Stunden).	x			
SL: Mindestens 50% der Punkte, die insgesamt in den für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können.	x	x		x
SL: Regelmäßige Teilnahme am Tutorat (wie in der Prüfungsordnung definiert).	x	x		x
SL: Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können.	x	x		x
	①	②	③	

① Verwendbar bei Wahl der Option "Individuelle Studiengestaltung".

---

# Differential Geometry

*Yuchen Bi*

auf Englisch

Vorlesung: Di, Do, 12–14 Uhr, SR 226, [Hermann-Herder-Str. 10](#)

Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt und in der Vorlesung bekanntgegeben

## Inhalt:

Diese Vorlesung bietet eine Einführung in die Differentialgeometrie mit Schwerpunkt auf der Struktur glatter Mannigfaltigkeiten. Zu den wichtigsten Themen gehören die Konstruktion und Eigenschaften von Vektorfeldern, Differentialformen und deren Anwendungen. Der Kurs umfasst auch eine Einführung in Riemann'sche Metriken, sofern genug Zeit dafür bleibt, wobei die Behandlung jedoch auf Einführungsniveau bleiben wird.

## Literatur:

- J. M. Lee: *Introduction to Smooth Manifolds*, Springer GTM 218 – primary reference.
- D. Barden C. Thomas: *An Introduction to Differential Manifolds*
- C. H. Taubes: *Differential Geometry: Bundles, Connections, Metrics and Curvature* – for advanced topics

## Vorkenntnisse:

Notwendig: Analysis I–III, Lineare Algebra I und II

Nützlich: Kurven und Flächen, Topologie

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

PL: Mündliche Prüfung (Dauer: ca. 30 Minuten)		x	x		
PL: Mündliche Prüfung über alle Teile des Moduls (Dauer: ca. 45 Minuten)				x	
SL: Mindestens 50% der Punkte, die insgesamt in den für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können.	x	x	x	x	x
	①	②	③	④	⑤

① Verwendbar bei Wahl der Option "Individuelle Studiengestaltung".

② Zählt bei Bedarf als eines der drei Module 'Vorlesung mit Übung A' bis 'Vorlesung mit Übung C' und deckt dabei die Bedingung ab, dass eines zur Reinen Mathematik gehören muss.

③ Die Veranstaltung deckt nur einen Teil des Moduls ab; die ECTS-Punkte werden erst für das vollständige Modul verbucht.

④ Die Zusammensetzung des Vertiefungsmoduls muss mit dem Prüfer/der Prüferin abgesprochen werden. Nicht alle Kombinationen sind zulässig.

---

# Funktionentheorie

Stefan Kebekus, Assistenz: Xier Ren

auf Deutsch

Vorlesung: Di, Do, 8–10 Uhr, HS II, [Albertstr. 23b](#)

Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt und in der Vorlesung bekanntgegeben

## Inhalt:

Diese Vorlesung beschäftigt sich mit der Theorie der komplex differenzierbaren komplexwertigen Funktionen einer komplexen Veränderlichen. Sie werden lernen, dass diese viel starrer sind als die differenzierbaren reellwertigen Funktionen einer reellen Veränderlichen und in ihren Eigenschaften eher Polynomfunktionen ähneln. Die Funktionentheorie ist grundlegend für das Studium weiter Teile der Mathematik, insbesondere der Zahlentheorie und der algebraischen Geometrie, und ihre Anwendungen reichen bis in die Wahrscheinlichkeitstheorie, Funktionalanalysis und Mathematische Physik.

## Literatur:

- W. Fischer, I. Lieb: *Funktionentheorie* (9. Auflage), Springer Vieweg, 2005.
- E. Freitag, R. Busam: *Funktionentheorie 1* (4. Auflage), Springer, 2006.
- K. Jänich: *Funktionentheorie. Eine Einführung* (6. Auflage), Springer, 2004.
- R. Remmert, G. Schumacher: *Funktionentheorie 1* (5. Auflage), Springer, 2002.

## Vorkenntnisse:

Analysis I und II, Lineare Algebra I

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

PL: Klausur (Dauer: 1 bis 3 Stunden)		x			
PL: Mündliche Prüfung (Dauer: ca. 30 Minuten)			x	x	
SL: Bestehen der Abschlussklausur (Dauer 1 bis 3 Stunden).	x			x	x
SL: Mindestens 50% der Punkte, die insgesamt in den für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können.	x	x	x	x	x
SL: Mindestens einmaliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat.	x	x	x	x	x
	①	②	③	④	⑤

① Verwendbar bei Wahl der Option "Individuelle Studiengestaltung".

② Zählt bei Bedarf als eines der drei Module 'Vorlesung mit Übung A' bis 'Vorlesung mit Übung C' und deckt dabei die Bedingung ab, dass eines zur Reinen Mathematik gehören muss.

---

# Introduction to Theory and Numerics of Partial Differential Equations

Patrick Dondl, Assistenz: Ludwig Striet, Oliver Suchan

auf Englisch

Vorlesung: Mo, Mi, 12–14 Uhr, HS II, Albertstr. 23b

Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt und in der Vorlesung bekanntgegeben

## Inhalt:

Ziel dieses Kurses ist es, eine Einführung in die Theorie der linearen partiellen Differentialgleichungen und deren Finite-Differenzen- sowie Finite-Elemente-Approximationen. Finite-Elemente-Methoden zur Approximation partieller Differentialgleichungen haben einen hohen Reifegrad erreicht und sind ein unverzichtbares Werkzeug in Wissenschaft und Technik. Wir geben eine Einführung in die Konstruktion, Analyse und Implementierung von Finite-Elemente-Methoden für verschiedene Modellprobleme. Wir behandeln elementare Eigenschaften von linearen partiellen Differentialgleichungen zusammen mit deren grundlegender numerischer Approximation, dem funktionalanalytischen Ansatz für den strengen Nachweis der Existenz von Lösungen sowie die Konstruktion und Analyse grundlegender Finite-Elemente-Methoden.

## Literatur:

- S. Bartels: *Numerical Approximation of Partial Differential Equations*, Springer 2016.
- D. Braess: *Finite Elemente*, Springer 2007.
- S. Brenner, R. Scott: *Finite Elements*, Springer 2008.
- L. C. Evans: *Partial Differential Equations*, AMS 2010

## Vorkenntnisse:

Notwendig: Analysis I und II, Lineare Algebra I und II sowie höherdimensionale Integration (z.B. aus Analysis III oder aus Erweiterung der Analysis)

Nützlich: Numerik für Differentialgleichungen, Funktionalanalysis

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wahlmodul im Optionsbereich (2HFB21) – 9 ECTS</li> </ul>		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21) – 9 ECTS</li> </ul>		
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematische Vertiefung (MEd18, MEH21) – 9 ECTS</li> </ul>	
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Angewandte Mathematik (MSc14) – 11 ECTS</li> </ul>	
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematik (MSc14) – 11 ECTS</li> <li>• Advanced Lecture in Numerics (MScData24) – 9 ECTS</li> <li>• Elective in Data (MScData24) – 9 ECTS</li> </ul>	
PL: Mündliche Prüfung (Dauer: ca. 30 Minuten)		x	x	
PL: Mündliche Prüfung über alle Teile des Moduls (Dauer: ca. 45 Minuten)				x
SL: Mindestens 50% der Punkte, die insgesamt in den für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können.	x	x	x	x x
	①	②	③	④ ⑤

① Verwendbar bei Wahl der Option "Individuelle Studiengestaltung".

② Zählt bei Bedarf als eines der drei Module 'Vorlesung mit Übung A' bis 'Vorlesung mit Übung C'.

④ Die Veranstaltung deckt nur einen Teil des Moduls ab; die ECTS-Punkte werden erst für das vollständige Modul verbucht.

④ Die Zusammensetzung des Vertiefungsmoduls muss mit dem Prüfer/der Prüferin abgesprochen werden. Nicht alle Kombinationen sind zulässig.

---

# Mathematical Statistics

Ernst August v. Hammerstein, Assistenz: Sebastian Hahn

auf Englisch

Vorlesung: Di, Do, 14–16 Uhr, SR 404, Ernst-Zermelo-Str. 1

Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt und in der Vorlesung bekanntgegeben

## Inhalt:

Die Vorlesung Mathematische Statistik baut auf Grundkenntnissen aus der Vorlesung Wahrscheinlichkeitstheorie auf. Das grundlegende Problem der Statistik ist, anhand einer Stichprobe von Beobachtungen möglichst präzise Aussagen über den datengenerierenden Prozess bzw. die den Daten zugrundeliegenden Verteilungen zu machen. Hierzu werden in der Vorlesung die wichtigsten Methoden aus der statistischen Entscheidungstheorie wie Test- und Schätzverfahren eingeführt.

Stichworte hierzu sind u.a. Bayes-Schätzer und -Tests, Neyman-Pearson-Testtheorie, Maximum-Likelihood-Schätzer, UMVU-Schätzer, exponentielle Familien, lineare Modelle. Weitere Themen sind Ordnungsprinzipien zur Reduktion der Komplexität der Modelle (Suffizienz und Invarianz).

Statistische Methoden und Verfahren kommen nicht nur in den Naturwissenschaften und der Medizin, sondern in nahezu allen Bereichen zum Einsatz, in denen Daten erhoben und analysiert werden, so z. B. auch in den Wirtschaftswissenschaften (Ökonometrie) und Sozialwissenschaften (dort vor allem in der Psychologie). Im Rahmen dieser Vorlesung wird der Schwerpunkt aber weniger auf Anwendungen, sondern – wie der Name schon sagt – mehr auf der mathematisch fundierten Begründung der Verfahren liegen.

## Literatur:

- C. Czado, T. Schmidt: *Mathematische Statistik*, Springer, 2011.
- E.L. Lehmann, J.P. Romano: *Testing Statistical Hypotheses (Fourth Edition)*, Springer, 2022.
- E.L. Lehmann, G. Casella: *Theory of Point Estimation, Second Edition*, Springer, 1998.
- L. Rüschendorf: *Mathematische Statistik*, Springer Spektrum, 2014.
- M. J. Schervish: *Theory of Statistics*, Springer, 1995.
- J. Shao: *Mathematical Statistics*, Springer, 2003.
- H. Witting: *Mathematische Statistik I*, Teubner, 1985.

## Vorkenntnisse:

Wahrscheinlichkeitstheorie (insbesondere Maßtheorie sowie bedingte Wahrscheinlichkeiten und Erwartungen)

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

PL: Mündliche Prüfung (Dauer: ca. 30 Minuten)		x		x	
PL: Mündliche Prüfung über alle Teile des Moduls (Dauer: ca. 45 Minuten)					x
SL: Mindestens 50% der Punkte, die insgesamt in den für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können.	x	x	x	x	x
SL: Mindestens zweimaliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat.	x	x	x	x	x
	①	②	③	④	⑤

① Verwendbar bei Wahl der Option "Individuelle Studiengestaltung".

② Zählt bei Bedarf als eines der drei Module 'Vorlesung mit Übung A' bis 'Vorlesung mit Übung C'.

④ Die Veranstaltung deckt nur einen Teil des Moduls ab; die ECTS-Punkte werden erst für das vollständige Modul verbucht.

④ Die Zusammensetzung des Vertiefungsmoduls muss mit dem Prüfer/der Prüferin abgesprochen werden. Nicht alle Kombinationen sind zulässig.

---

# Model Theory (Modelltheorie)

Amador Martín Pizarro, Assistenz: Charlotte Bartnick

auf Englisch

Vorlesung: Di, Do, 12–14 Uhr, SR 404, Ernst-Zermelo-Str. 1

Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt und in der Vorlesung bekanntgegeben

## Inhalt:

In this course the basics of geometric model theory will be discussed and concepts such as quantifier elimination and categoricity will be introduced. A theory has quantifier elimination if every formula is equivalent to a quantifier-free formula. For the theory of algebraically closed fields of fixed characteristic, this is equivalent to requiring that the projection of a Zariski-constructible set is again Zariski-constructible. A theory is called  $\aleph_1$ -categorical if all the models of cardinality  $\aleph_1$  are isomorphic. A typical example is the theory of non-trivial  $\mathbb{Q}$ -vector spaces. The goal of the course is to understand the theorems of Baldwin-Lachlan and of Morley to characterize  $\aleph_1$ -categorical theories.

## Literatur:

- B. Poizat: *A Course in Model Theory*, Springer, 2000.  
<https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4419-8622-1>
- K. Tent, M. Ziegler: *A Course in Model Theory*, Cambridge University Press, 2012.

## Vorkenntnisse:

notwendig: Mathematische Logik

nützlich: Algebra und Zahlentheorie

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

	• Wahlmodul im Optionsbereich (2HfB21) – 9 ECTS	• Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21) – 9 ECTS	• Reine Mathematik (MSc14) – 11 ECTS • Mathematik (MSc14) – 11 ECTS	• Vertiefungsmodul (MSc14) – 10.5 ECTS	• Wahlmodul (MSc14) – 9 ECTS • Elective (MScData24) – 9 ECTS
PL: Mündliche Prüfung (Dauer: ca. 30 Minuten)	x	x			
PL: Mündliche Prüfung über alle Teile des Moduls (Dauer: ca. 45 Minuten)			x		
SL: Mindestens 50% der Punkte, die insgesamt in den für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können.	x	x	x	x	x
	①	②	③	④	⑤

① Verwendbar bei Wahl der Option "Individuelle Studiengestaltung".

② Zählt bei Bedarf als eines der drei Module 'Vorlesung mit Übung A' bis 'Vorlesung mit Übung C' und deckt dabei die Bedingung ab, dass eines zur Reinen Mathematik gehören muss.

④ Die Veranstaltung deckt nur einen Teil des Moduls ab; die ECTS-Punkte werden erst für das vollständige Modul verbucht.

④ Die Zusammensetzung des Vertiefungsmoduls muss mit dem Prüfer/der Prüferin abgesprochen werden. Nicht alle Kombinationen sind zulässig.

---

# Probabilistic Machine Learning

*Giuseppe Genovese, Assistenz: Roger Bader*  
Vorlesung: Di, Do, 12–14 Uhr, HS II, Albertstr. 23b  
Übung: Do, 16–18 Uhr, SR 218, [Ernst-Zermelo-Str. 1](#)

auf Englisch

## Inhalt:

The goal of the course is to provide a mathematical treatment of deep neural networks and energy models, that are the building blocks of many modern machine learning architectures. About neural networks we will study the basics of statistical learning theory, the back-propagation algorithm and stochastic gradient descent, the benefits of depth. About energy models we will cover some of the most used learning and sampling algorithms. In the exercise classes, besides solving theoretical problems, there will be some Python programming sessions to implement the models introduced in the lectures.

## Vorkenntnisse:

Probability Theory I  
Basic knowledge of Markov chains is useful for some part of the course.

## Bemerkungen:

References will be provided during the course.

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

PL: Mündliche Prüfung (Dauer: ca. 30 Minuten)		x	x		
PL: Mündliche Prüfung über alle Teile des Moduls (Dauer: ca. 45 Minuten)				x	
SL: Mindestens 50% der Punkte, die insgesamt in den für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können.	x	x	x	x	x
	①	②	③	④	⑤

① Verwendbar bei Wahl der Option "Individuelle Studiengestaltung".

② Zählt bei Bedarf als eines der drei Module 'Vorlesung mit Übung A' bis 'Vorlesung mit Übung C'.

④ Die Veranstaltung deckt nur einen Teil des Moduls ab; die ECTS-Punkte werden erst für das vollständige Modul verbucht.

④ Die Zusammensetzung des Vertiefungsmoduls muss mit dem Prüfer/der Prüferin abgesprochen werden. Nicht alle Kombinationen sind zulässig.

---

# Probability Theory II – Stochastic Processes

Angelika Rohde, Assistenz: Johannes Brutsche

auf Englisch

Vorlesung: Mo, Mi, 14–16 Uhr, HS II, Albertstr. 23b

Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt und in der Vorlesung bekanntgegeben

## Inhalt:

A stochastic process  $(X_t)_{t \in T}$  is a family of random variables, where mostly the situation  $T = \mathbb{N}$  or  $T = [0, 1]$  is studied. Basic examples include stationary time series, the Poisson process and Brownian motion as well as processes derived from those. The lecture includes ergodic theory and its applications, Brownian motion and especially the study of its path properties, the elegant concept of weak convergence on Polish spaces as well as functional limit theorems. Finally, we introduce stochastic integration with respect to local martingales, based on the continuous time version of the martingale transform.

## Literatur:

- Achim Klenke: *Probability Theory – a comprehensive course*
- Olav Kallenberg: *Foundations of modern probability*

## Vorkenntnisse:

Wahrscheinlichkeitstheorie I

## Bemerkungen:

Im Sommersemester wird die Veranstaltung mit der Vorlesung 'Stochastische Analysis' fortgesetzt.

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

PL: Mündliche Prüfung (Dauer: ca. 30 Minuten)		x	x		
PL: Mündliche Prüfung über alle Teile des Moduls (Dauer: ca. 45 Minuten)				x	
SL: Mindestens 50% der Punkte, die insgesamt in den für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können.	x	x	x	x	x
	①	②	③	④	⑤

① Verwendbar bei Wahl der Option "Individuelle Studiengestaltung".

② Zählt bei Bedarf als eines der drei Module 'Vorlesung mit Übung A' bis 'Vorlesung mit Übung C'.

④ Die Veranstaltung deckt nur einen Teil des Moduls ab; die ECTS-Punkte werden erst für das vollständige Modul verbucht.

④ Die Zusammensetzung des Vertiefungsmoduls muss mit dem Prüfer/der Prüferin abgesprochen werden. Nicht alle Kombinationen sind zulässig.

---

# Variationsrechnung

Guofang Wang, Assistenz: Florian Johne

auf Deutsch

Vorlesung: Mo, Mi, 10–12 Uhr, HS II, Albertstr. 23b

Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt und in der Vorlesung bekanntgegeben

## Inhalt:

Das Ziel der Variationsrechnung ist, gewisse mathematisch fassbare Größen zu minimieren oder zu maximieren. Genauer gesagt betrachten wir auf  $\Omega \subset \mathbb{R}^n$  Funktionale bzw. Variationsintegrale der Form

$$F(u) = \int_{\Omega} f(x, u(x), Du(x)) dx, \quad \text{für } u : \Omega \rightarrow \mathbb{R}$$

Beispiele sind Bogenlänge und Flächeninhalt, sowie Energien von Feldern in der Physik. Die zentrale Fragestellung ist die Existenz von Minimierern. Nach einer kurzen Vorstellung der funktionalanalytischen Hilfsmittel werden wir zunächst einige notwendige und hinreichende Bedingungen für die Existenz von Minimierer kennenlernen. Wir werden sehen, dass Kompaktheit dabei eine ausgesprochen wichtige Rolle spielt. Anschließend werden wir einige Techniken vorstellen, die uns in Spezialfällen helfen, auch ohne Kompaktheit auszukommen: Die sogenannte kompensierte Kompaktheit und die konzentrierte Kompaktheit.

## Literatur:

- M. Struwe: *Variational methods. Applications to nonlinear partial differential equations and Hamiltonian system* (fourth edition), A Series of Modern Surveys in Mathematics, 34. Springer-Verlag, Berlin, 2008.
- J.Jost, X.Li-Jost: *Calculus of Variations*, Cambridge University Press, 1999.

## Vorkenntnisse:

notwendig: Funktionalanalysis

nützlich: PDE, numerische PDE

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

PL: Mündliche Prüfung (Dauer: ca. 30 Minuten)	x	x			
PL: Mündliche Prüfung über alle Teile des Moduls (Dauer: ca. 45 Minuten)				x	
SL: Mindestens 50% der Punkte, die insgesamt in den für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können.	x	x	x	x	x
	①	②	③	④	⑤

① Verwendbar bei Wahl der Option "Individuelle Studiengestaltung".

② Zählt bei Bedarf als eines der drei Module 'Vorlesung mit Übung A' bis 'Vorlesung mit Übung C' und deckt dabei die Bedingung ab, dass eines zur Reinen Mathematik gehören muss.

④ Die Veranstaltung deckt nur einen Teil des Moduls ab; die ECTS-Punkte werden erst für das vollständige Modul verbucht.

④ Die Zusammensetzung des Vertiefungsmoduls muss mit dem Prüfer/der Prüferin abgesprochen werden. Nicht alle Kombinationen sind zulässig.

## Lesekurse „Wissenschaftliches Arbeiten“

*Alle Professor:innen und Privatdozent:innen des Mathematischen Instituts Vorträge/Teilnahme auf Deutsch oder auf Englisch möglich  
Termine nach Vereinbarung*

## Inhalt:

In einem Lesekurs wird der Stoff einer vierstündigen Vorlesung im betreuten Selbststudium erarbeitet. In seltenen Fällen kann dies im Rahmen einer Veranstaltung stattfinden; üblicherweise werden die Lesekurse aber nicht im Vorlesungsverzeichnis angekündigt. Bei Interesse nehmen Sie vor Vorlesungsbeginn Kontakt mit einer Professorin/einem Professor bzw. einer Privatdozentin/einem Privatdozenten auf; in der Regel wird es sich um die Betreuerin/den Betreuer der Master-Arbeit handeln, da der Lesekurs im Idealfall als Vorbereitung auf die Master-Arbeit dient (im M.Sc. wie im M.Ed.).

Der Inhalt des Lesekurses, die näheren Umstände sowie die Konkretisierung der zu erbringenden Studienleistungen werden zu Beginn der Vorlesungszeit von der Betreuerin/dem Betreuer festgelegt. Die Arbeitsbelastung sollte der einer vierstündigen Vorlesung mit Übungen entsprechen.

#### **Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:**

PL: Mündliche Prüfung (Dauer: ca. 30 Minuten)	x		
PL: Mündliche Prüfung über alle Teile des Moduls (Dauer: ca. 45 Minuten)		x	
SL: Selbständige Lektüre der von dem Betreuer/der Betreuerin vorgegebenen Skripte, Artikel oder Buchkapitel und ggf. Bearbeitung von begleitenden Übungsaufgaben. Regelmäßiger Bericht über den Fortschritt des Selbststudiums mit der Formulierung von Fragen zu nicht verstandenen Punkten. Bis zu zweimaliges Vortragen vor der Arbeitsgruppe über den bisher erarbeiteten Stoff, ggf. im Rahmen eines Seminars, Projekt- oder Oberseminars. Falls das Wissenschaftliche Arbeiten im Rahmen einer Lehrveranstaltung (z.B. Seminar oder Projektseminar) stattfindet: regelmäßige Teilnahme an dieser Veranstaltung.	x	x	x

② Die Veranstaltung deckt nur einen Teil des Moduls ab; die ECTS-Punkte werden erst für das vollständige Modul verbucht.

② Die Zusammensetzung des Vertiefungsmoduls muss mit dem Prüfer/der Prüferin abgesprochen werden. Nicht alle Kombinationen sind zulässig.

# **1c. Weiterführende zweistündige Vorlesungen**

---

# Futures and Options

Eva Lütkebohmert-Holtz

auf Englisch

Vorlesung: Mo, 10–12 Uhr, HS 1015, **KG I**

Übung: Di, 8–10 Uhr, HS 1098, **KG I**

## Inhalt:

Dieser Kurs bietet eine Einführung in die Finanzmärkte und -produkte. Neben Futures und Standard-Put- und Call-Optionen europäischer und amerikanischer Art werden auch zinssensitive Instrumente wie z.B. Swaps behandelt.

Für die Bewertung von Finanzderivaten führen wir zunächst Finanzmodelle in diskreter Zeit ein, wie das Cox-Ross-Rubinstein-Modell vor und erläutern die Grundprinzipien der risikoneutralen Bewertung. Schließlich diskutieren wir das berühmte Black-Scholes-Modell, das ein zeitkontinuierliches Modell für die Optionsbewertung darstellt.

## Literatur:

- D. M. Chance, R. Brooks: *An Introduction to Derivatives and Risk Management* (10th edition), Cengage, 2016.
- J. C. Hull: *Options, Futures, and other Derivatives* (11th global edition), Pearson, 2021.
- S. E. Shreve: *Stochastic Calculus for Finance I: The Binomial Asset Pricing Model*, Springer, 2004.
- R. A. Strong: *Derivatives. An Introduction* (Second edition), South-Western, 2004.

## Vorkenntnisse:

Stochastik I

## Bemerkungen:

Diese Veranstaltung wird für das erste Jahr des *Finance profile* des M.Sc. Economics angeboten, sowie für Studierende im B.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematik, M.Sc. Mathematics in Data and Technology und M.Sc. Volkswirtschaftslehre. In der Spezialisierung in Finanzmathematik im M.Sc. Mathematik kann die Veranstaltung auch als wirtschaftswissenschaftliches Spezialisierungsmodul gelten. Studierenden im B.Sc. Mathematik mit Interesse an der Spezialisierung in Finanzmathematik wird daher empfohlen, die Veranstaltung für den M.Sc. aufzuheben.

#### **Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:**

PL: Klausur (Dauer: 1 bis 3 Stunden)		x				
PL: Mündliche Prüfung über alle Teile des Moduls (Dauer: ca. 30 Minuten)			x			
PL: Mündliche Prüfung über alle Teile des Moduls (Dauer: ca. 45 Minuten)				x		x
SL: Bestehen der Abschlussklausur (Dauer 1 bis 3 Stunden).	x	x	x	x	x	x
	①	②	③	④	⑤	⑥

- ① Verwendbar bei Wahl der Option "Individuelle Studiengestaltung".
  - ③ Die Anforderungen übersteigen die für das Modul vergebene ECTS-Punktzahl. (Es gibt andere Wahlmöglichkeiten, die der ECTS-Punktzahl des Moduls entsprechen.)
  - ④ ⑤ Die Veranstaltung deckt nur einen Teil des Moduls ab; die ECTS-Punkte werden erst für das vollständige Modul verbucht.
  - ⑤ Die Zusammensetzung des Vertiefungsmoduls muss mit dem Prüfer/der Prüferin abgesprochen werden. Nicht alle Kombinationen sind zulässig.
  - ④ ⑤ Die Prüfungen werden von Dr. v. Hammerstein abgenommen.
  - ⑥ Zählt in der Spezialisierung Finanzmathematik auch als wirtschaftswissenschaftliches Spezialisierungsmodul.

---

# **Linear Algebraic Groups**

*Abhishek Oswal, Assistenz: Damian Sercombe*

auf Englisch

Vorlesung: Mo, 14–16 Uhr, SR 125, [Ernst-Zermelo-Str. 1](#)

Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt und in der Vorlesung bekanntgegeben

## **Inhalt:**

Es liegen noch keine Informationen vor.

## **Vorkenntnisse:**

Es liegen noch keine Informationen vor.

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

PL: Mündliche Prüfung (Dauer: ca. 30 Minuten)		x				
PL: Mündliche Prüfung über alle Teile des Moduls (Dauer: ca. 30 Minuten)				x		
PL: Mündliche Prüfung über alle Teile des Moduls (Dauer: ca. 45 Minuten)					x	
SL: Mindestens 50% der Punkte, die insgesamt in den für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können.	x	x	x	x	x	x
	①	②	③	④	⑤	⑥

① Verwendbar bei Wahl der Option "Individuelle Studiengestaltung".

④ ⑤ Die Veranstaltung deckt nur einen Teil des Moduls ab; die ECTS-Punkte werden erst für das vollständige Modul verbucht.

⑤ Die Zusammensetzung des Vertiefungsmoduls muss mit dem Prüfer/der Prüferin abgesprochen werden. Nicht alle Kombinationen sind zulässig.

③ Die Anforderungen übersteigen die für das Modul vergebene ECTS-Punktzahl. (Es gibt andere Wahlmöglichkeiten, die der ECTS-Punktzahl des Moduls entsprechen.)

---

# Machine Learning and Mathematical Logic

Maxwell Levine

auf Englisch

Vorlesung: Do, 14–16 Uhr, SR 226, [Hermann-Herder-Str. 10](#)

Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt und in der Vorlesung bekanntgegeben

## Inhalt:

Developments in artificial intelligence have boomed in recent years, holding the potential to reshape not just our daily routines but also society at large. Many bold claims have been made regarding the power and reach of AI. From a mathematical perspective, one is led to ask: What are its limitations? To what extent does our knowledge of reasoning systems in general apply to AI?

This course is intended to provide some applications of mathematical logic to the field of machine learning, a field within artificial intelligence. The goal of the course is to present a breadth of approachable examples.

The course will include a gentle introduction to machine learning in a somewhat abstract setting, including the notions of PAC learning and VC dimension. Connections to set theory and computability theory will be explored through statements in machine learning that are provably undecidable. We will also study some applications of model theory to machine learning.

The literature indicated in the announcement is representative but tentative. A continuously written PDF of course notes will be the main resource for students.

## Literatur:

- Ben-David: *Understanding Machine Learning: From Theory to Algorithms*
- Shai Ben-David, Pavel Hrubeš, Shay Moran, Amir Shpilka, and Amir Yehudayoff: *Learnability can be undecidable*
- Nikolay Bazhenov and Luca San Mauro: *On the Turing complexity of learning finite families of algebraic structures*
- Hunter Chase and James Freitag: *Model theory and machine learning*

## Vorkenntnisse:

Background in basic mathematical logic is strongly recommended. Students should be familiar with the following notions: ordinals, cardinals, transfinite induction, the axioms of ZFC, the notion of a computable function, computable and computably enumerable sets (a.k.a. recursive and recursively enumerable sets), the notions of languages and theories and structures as understood in model theory, atomic diagrams, elementarity, and types. The concepts will be reviewed briefly in the lectures. Students are not expected to be familiar with the notion of forcing in set theory.

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

PL: Mündliche Prüfung (Dauer: ca. 30 Minuten)			x			
PL: Mündliche Prüfung über alle Teile des Moduls (Dauer: ca. 30 Minuten)					x	
PL: Mündliche Prüfung über alle Teile des Moduls (Dauer: ca. 45 Minuten)						x
SL: Mindestens 50% der Punkte, die insgesamt in den für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können.	x	x	x	x	x	x
	①	②	③	④	⑤	⑥

① Verwendbar bei Wahl der Option "Individuelle Studiengestaltung".

③ Die Anforderungen übersteigen die für das Modul vergebene ECTS-Punktzahl. (Es gibt andere Wahlmöglichkeiten, die der ECTS-Punktzahl des Moduls entsprechen.)

④ ⑤ Die Veranstaltung deckt nur einen Teil des Moduls ab; die ECTS-Punkte werden erst für das vollständige Modul verbucht.

⑥ Die Zusammensetzung des Vertiefungsmoduls muss mit dem Prüfer/der Prüferin abgesprochen werden. Nicht alle Kombinationen sind zulässig.

---

# Markov Chains

David Criens, Assistenz: Dario Kieffer

auf Englisch

Vorlesung: Mi, 10–12 Uhr, SR 226, [Hermann-Herder-Str. 10](#)

Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt und in der Vorlesung bekanntgegeben

## Inhalt:

Die Klasse der Markov-Ketten ist eine wichtige Klasse von (zeitdiskreten) stochastischen Prozessen, die häufig verwendet werden, um zum Beispiel die Ausbreitung von Infektionen, Warteschlangensysteme oder Wechsel von Wirtschaftsszenarien zu modellieren. Ihr Hauptmerkmal ist die Markov-Eigenschaft, was in etwa bedeutet, dass die Zukunft von der Vergangenheit nur durch den aktuellen Zustand abhängt. In dieser Vorlesung wird die mathematischen Grundlagen der Theorie der Markov-Ketten vorgestellt. Insbesondere diskutieren wir über Pfadeigenschaften, wie Rekurrenz, Transienz, Zustandsklassifikationen sowie die Konvergenz zu einem Gleichgewicht. Wir untersuchen auch Erweiterungen auf kontinuierliche Zeit. Auf dem Weg dorthin diskutieren wir Anwendungen in der Biologie, in Warteschlangensystemen und im Ressourcenmanagement. Wenn es die Zeit erlaubt, werfen wir auch einen Blick auf Markov-Ketten mit zufälligen Übergangswahrscheinlichkeiten, sogenannten Irrfahrten in zufälliger Umgebung, ein verbreitetes Modell für Zufällige Medien.

## Literatur:

- J. R. Norris: *Markov Chains*, Cambridge University Press, 1997

## Vorkenntnisse:

Notwendig: Stochastik I

Nützlich: Analysis III, Wahrscheinlichkeitstheorie I

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

PL: Mündliche Prüfung (Dauer: ca. 30 Minuten)			x			
PL: Mündliche Prüfung über alle Teile des Moduls (Dauer: ca. 30 Minuten)					x	
PL: Mündliche Prüfung über alle Teile des Moduls (Dauer: ca. 45 Minuten)						x
SL: Mindestens 50% der Punkte, die insgesamt in den für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können.	x	x	x	x	x	x
	①	②	③	④	⑤	⑥

① Verwendbar bei Wahl der Option "Individuelle Studiengestaltung".

③ Die Anforderungen übersteigen die für das Modul vergebene ECTS-Punktzahl. (Es gibt andere Wahlmöglichkeiten, die der ECTS-Punktzahl des Moduls entsprechen.)

④ ⑤ Die Veranstaltung deckt nur einen Teil des Moduls ab; die ECTS-Punkte werden erst für das vollständige Modul verbucht.

⑥ Die Zusammensetzung des Vertiefungsmoduls muss mit dem Prüfer/der Prüferin abgesprochen werden. Nicht alle Kombinationen sind zulässig.

---

# **Mathematical Introduction to Deep Neural Networks**

*Diyora Salimova, Assistenz: Ilkhom Mukhammadiev*

auf Englisch

Vorlesung: Mi, 12–14 Uhr, SR 226, [Hermann-Herder-Str. 10](#)

Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt und in der Vorlesung bekanntgegeben

## **Inhalt:**

The course will provide an introduction to deep learning algorithms with a focus on the mathematical understanding of the objects and methods used. Essential components of deep learning algorithms will be reviewed, including different neural network architectures and optimization algorithms. The course will cover theoretical aspects of deep learning algorithms, including their approximation capabilities, optimization theory, and error analysis.

## **Literatur:**

Ein Skript wird zur Verfügung stehen.

## **Vorkenntnisse:**

Analysis I und II, Lineare Algebra I und II

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

PL: Mündliche Prüfung (Dauer: ca. 30 Minuten)			x			
PL: Mündliche Prüfung über alle Teile des Moduls (Dauer: ca. 30 Minuten)					x	
PL: Mündliche Prüfung über alle Teile des Moduls (Dauer: ca. 45 Minuten)						x
SL: Mindestens 50% der Punkte, die insgesamt in den für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können.	x	x	x	x	x	x
	①	②	③	④	⑤	⑥

① Verwendbar bei Wahl der Option "Individuelle Studiengestaltung".

③ Die Anforderungen übersteigen die für das Modul vergebene ECTS-Punktzahl. (Es gibt andere Wahlmöglichkeiten, die der ECTS-Punktzahl des Moduls entsprechen.)

④ ⑤ Die Veranstaltung deckt nur einen Teil des Moduls ab; die ECTS-Punkte werden erst für das vollständige Modul verbucht.

⑥ Die Zusammensetzung des Vertiefungsmoduls muss mit dem Prüfer/der Prüferin abgesprochen werden. Nicht alle Kombinationen sind zulässig.

---

# Mathematical Time Series Analysis

Rainer Dahlhaus

auf Englisch

Vorlesung: Do, 10–12 Uhr, SR 127, [Ernst-Zermelo-Str. 1](#)

Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt und in der Vorlesung bekanntgegeben

## Inhalt:

From a narrow perspective, time series analysis is the statistical study of the properties of stochastic processes in discrete time. In this lecture, we will take a broader view: First we will examine the important probabilistic properties of stationary processes, including strong laws of large numbers (based on the Ergodic theorem) and various versions of the central limit theorem (for processes with strong dependence, even the rate of convergence can change). Another exciting topic is the relation between stationary processes and Fourier analysis based on the Cramér-representation, in which a stationary process is represented as a Fourier-integral of a stochastic process in continuous time (such as the Brownian motion). This later leads, on the statistical side, to a quasi-maximum likelihood method in the frequency domain. Furthermore, we investigate linear and nonlinear time series models, the prediction of time series, linear filters, linear state space models, model selection, maximum likelihood and quasi maximum likelihood methods, the Toeplitz-theory for quadratic forms of stationary processes. Finally, we provide an outlook on locally stationary processes, where the process can be locally approximated by stationary processes.

## Literatur:

Brockwell, P. J., Davis, R. A. (1991). Time series: theory and methods. Springer-Verlag. Davidson, J. (1994). Stochastic limit theory: An introduction for econometricians. Oxford University Press. Dahlhaus, R. (2012). Locally stationary processes. In Handbook of statistics (Vol. 30, pp. 351-413). Elsevier.

## Vorkenntnisse:

Stochastik 1 und Probability Theory (Wahrscheinlichkeitstheorie)

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

PL: Mündliche Prüfung (Dauer: ca. 30 Minuten)			x			
PL: Mündliche Prüfung über alle Teile des Moduls (Dauer: ca. 30 Minuten)					x	
PL: Mündliche Prüfung über alle Teile des Moduls (Dauer: ca. 45 Minuten)						x
SL: Mindestens 50% der Punkte, die insgesamt in den für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können.	x	x	x	x	x	x
	①	②	③	④	⑤	⑥

① Verwendbar bei Wahl der Option "Individuelle Studiengestaltung".

③ Die Anforderungen übersteigen die für das Modul vergebene ECTS-Punktzahl. (Es gibt andere Wahlmöglichkeiten, die der ECTS-Punktzahl des Moduls entsprechen.)

④ ⑤ Die Veranstaltung deckt nur einen Teil des Moduls ab; die ECTS-Punkte werden erst für das vollständige Modul verbucht.

⑥ Die Zusammensetzung des Vertiefungsmoduls muss mit dem Prüfer/der Prüferin abgesprochen werden. Nicht alle Kombinationen sind zulässig.

---

# Measure Theory

Peter Pfaffelhuber, Assistenz: Samuel Adeosun  
Übung: Do, 12–14 Uhr, SR 218, [Ernst-Zermelo-Str. 1](#)  
Vorlesung: asynchron (Videos)

auf Englisch

## Inhalt:

Die Maßtheorie ist die Grundlage der fortgeschrittenen Wahrscheinlichkeitstheorie. In diesem Kurs bauen wir auf den Kenntnissen der Analysis auf und liefern alle notwendigen Ergebnisse für spätere Kurse in Statistik, probabilistischem maschinellem Lernen und stochastischen Prozessen. Der Kurs beinhaltet Mengensysteme, Konstruktionen von Maßen über äußere Maße, das Integral und Produktmaße.

## Literatur:

- H. Bauer: *Measure and Integration Theory*, de Gruyter, 2001.
- V. Bogachev: *Measure Theory*, Springer, 2007.
- O. Kallenberg: *Foundations of Modern Probability Theory*, Springer, 2021.

## Vorkenntnisse:

Grundlagenvorlesung in Analysis und Verständnis mathematischer Beweise.

## Bemerkungen:

Dies ist ein Selbstlernkurs, für den (korrigierte) Übungsblätter angeboten werden.

## **Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:**

- Elective in Data  
(MScData24) – 6 ECTS

PL: Mündliche Prüfung (Dauer: ca. 30 Minuten)	<input checked="" type="checkbox"/>
SL: Mindestens 50% der Punkte, die insgesamt in den für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können.	<input checked="" type="checkbox"/>
SL: Mindestens zweimaliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat.	<input checked="" type="checkbox"/>

---

# Numerical Optimal Control

Moritz Diehl

auf Englisch

Übung / flipped classroom: Di, 14–16 Uhr, HS II, [Albertstr. 23b](#)  
Vorlesung: asynchron (Videos)

## Inhalt:

Ziel des Kurses ist es, eine Einführung in numerische Methoden zu geben für die Lösung optimaler Kontrollprobleme in Wissenschaft und Technik. Der Schwerpunkt liegt sowohl auf zeitdiskreter als auch auf zeitkontinuierlicher optimaler Steuerung in kontinuierlichen Zustandsräumen. Der Kurs richtet sich an ein gemischtes Publikum von Studierenden der Mathematik, Ingenieurwissenschaften und Informatik.

Der Kurs deckt die folgenden Themen ab:

- Einführung in dynamische Systeme und Optimierung
- Newtonverfahren und numerische Optimierung
- Algorithmische Differenzierung
- Zeitdiskrete Optimale Steuerung
- Dynamische Programmierung
- Optimale Steuerung in kontinuierlicher Zeit
- Numerische Simulationsmethoden
- Hamilton-Jacobi-Bellmann-Gleichung
- Pontryagin und der indirekte Ansatz
- Direkte Optimale Steuerung
- Echtzeit-Optimierung für modellprädiktive Steuerung

Die Vorlesung wird von intensiven wöchentlichen Computerübungen begleitet, die sowohl in MATLAB und Python (6 ECTS) absolviert werden können. Es wird außerdem ein optionales Projekt (3 ECTS) angeboten. Dieses besteht in der Formulierung und Implementierung eines selbstgewählten optimalen Kontrollproblems und einer numerischen Lösungsmethode, die in einem Projektbericht dokumentiert und abschließend präsentiert wird.

## Literatur:

- M. Diehl, S. Gros: *Numerical Optimal Control*, lecture notes.
- J.B. Rawlings, D.Q. Mayne, M. Diehl: *Model Predictive Control*, 2nd Edition, Nobhill Publishing, 2017.
- J. Betts: *Practical Methods for Optimal Control and Estimation Using Nonlinear Programming*, SIAM, 2010.

## Vorkenntnisse:

Notwendig: Analysis I und II, Lineare Algebra I und II

Nützlich: Numerik I, Gewöhnliche Differentialgleichungen, Numerische Optimierung

## Bemerkungen:

Zusammen mit dem optionalen Programmierprojekt wird die Veranstaltung wie eine 9-ECTS-Vorlesung angerechnet.

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

PL: Klausur (Dauer: 1 bis 3 Stunden)		x					x
PL: Mündliche Prüfung über alle Teile des Moduls (Dauer: ca. 30 Minuten)				x			
PL: Mündliche Prüfung über alle Teile des Moduls (Dauer: ca. 45 Minuten)					x		
SL: Bestehen der Abschlussklausur (Dauer 1 bis 3 Stunden).	x		x	x	x	x	x
SL: Bestehen des Midtermquiz (mindestens 80% der Punkte, beliebig viele Versuche innerhalb einer Woche.)	x	x	x	x	x	x	x
SL: Bestehen eines verpflichtenden Computer-Übungsblattes durch interaktive Livedemonstration der Ergebnisse, d.h. die Studierenden müssen den Code live ausführen und auf Nachfrage spontane Änderungen vornehmen können.	x	x	x	x	x	x	x
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦

① Verwendbar bei Wahl der Option "Individuelle Studiengestaltung".

② ④ ⑤ Mit einem zusätzlich zu absolvierenden Programmierprojekts zählt die Veranstaltung wie eine 4-stündige Vorlesung mit Übungen zu 9 ECTS (bzw. 11/10.5 in den mündlich geprüften Modulen des M.Sc. Mathematik). Studienleistung dafür: Präsentation des Projekts und schriftlicher Report.

② Zählt in der 9-ECTS-Punkte-Variante bei Bedarf als eines der drei Module 'Vorlesung mit Übung A' bis 'Vorlesung mit Übung C'.

③ Die Anforderungen übersteigen die für das Modul vergebene ECTS-Punktzahl. (Es gibt andere Wahlmöglichkeiten, die der ECTS-Punktzahl des Moduls entsprechen.)

④ ⑤ Die Veranstaltung deckt nur einen Teil des Moduls ab; die ECTS-Punkte werden erst für das vollständige Modul verbucht.

⑤ Die Zusammensetzung des Vertiefungsmoduls muss mit dem Prüfer/der Prüferin abgesprochen werden. Nicht alle Kombinationen sind zulässig.

---

# Theory and Numerics for Partial Differential Equations – Selected Non-linear Problems

Sören Bartels, Assistenz: Tatjana Schreiber

auf Englisch

Vorlesung: Mo, 12–14 Uhr, SR 226, [Hermann-Herder-Str. 10](#)

Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt und in der Vorlesung bekanntgegeben

## Inhalt:

The lecture addresses the development and analysis of numerical methods for the approximation of certain nonlinear partial differential equations. The considered model problems include harmonic maps into spheres and total-variation regularized minimization problems. For each of the problems, a suitable finite element discretization is devised, its convergence is analyzed and iterative solution procedures are developed. The lecture is complemented by theoretical and practical lab tutorials in which the results are deepened and experimentally tested.

## Literatur:

- S. Bartels: *Numerical methods for nonlinear partial differential equations*, Springer, 2015.
- M. Dobrowolski: *Angewandte Funktionalanalysis*, Springer, 2010.
- L.C. Evans: *Partial Differential Equations* (2nd edition), 2010.

## Vorkenntnisse:

'Einführung in Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen' oder 'Einführung in partielle Differentialgleichungen'

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

PL: Mündliche Prüfung (Dauer: ca. 30 Minuten)			x			
PL: Mündliche Prüfung über alle Teile des Moduls (Dauer: ca. 30 Minuten)					x	
PL: Mündliche Prüfung über alle Teile des Moduls (Dauer: ca. 45 Minuten)						x
SL: Mindestens 50% der Punkte, die insgesamt in den für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können.	x	x	x	x	x	x
	①	②	③	④	⑤	⑥

① Verwendbar bei Wahl der Option "Individuelle Studiengestaltung".

③ Die Anforderungen übersteigen die für das Modul vergebene ECTS-Punktzahl. (Es gibt andere Wahlmöglichkeiten, die der ECTS-Punktzahl des Moduls entsprechen.)

④ ⑤ Die Veranstaltung deckt nur einen Teil des Moduls ab; die ECTS-Punkte werden erst für das vollständige Modul verbucht.

⑥ Die Zusammensetzung des Vertiefungsmoduls muss mit dem Prüfer/der Prüferin abgesprochen werden. Nicht alle Kombinationen sind zulässig.

---

# Topics in Mathematical Physics

Chiara Saffirio

auf Englisch

Vorlesung: Mo, 12–14 Uhr, SR 404, [Ernst-Zermelo-Str. 1](#)

Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt und in der Vorlesung bekanntgegeben

## Inhalt:

Dieser Kurs bietet eine Einführung in analytische Methoden der Mathematischen Physik mit besonderem Schwerpunkt auf der Quantenmechanik von Vielteilchensystemen. Im Zentrum steht der rigorose Beweis der Stabilität der Materie für Coulomb-Systeme wie Atome und Moleküle. Die zentrale Frage - warum makroskopische Objekte, die aus geladenen Teilchen bestehen, unter elektromagnetischen Kräften nicht kollabieren - blieb in der klassischen Physik ungelöst und entbehrt selbst in der frühen Quantenmechanik einer heuristischen Erklärung. Bemerkenswerterweise war der Beweis der Stabilität der Materie das erste Beispiel dafür, dass die Mathematik eine grundlegende physikalische Frage eindeutig beantworten konnte, und ein früher und bedeutender Erfolg der Quantenmechanik.

Inhalte:

- Mathematische Grundlagen:  $L^p$  und Sobolev-Räume; Fouriertransformation
- Einführung in die Quantenmechanik und prototypische Beispiele
- Quantenmechanik von Vielteilchensystemen
- Hamiltonoperator und seine Eigenschaften; Lieb-Thirring-Ungleichungen, elektrostatische Ungleichungen, Coulomb-Energie
- Beweis der Stabilität der Materie

## Literatur:

- E. H. Lieb, M. Loss: *Analysis 2* (zweite Auflage), Graduate Studies in Mathematics, Bd. 14, American Mathematical Society.
- E. H. Lieb, R. Seiringer: *The Stability of Matter in Quantum Mechanics*, Cambridge University Press, 2010.

## Vorkenntnisse:

Analysis III und Lineare Algebra.

Vorkenntnisse in Physik sind nicht erforderlich; alle relevanten physikalischen Konzepte werden im Kurs von Grund auf eingeführt.

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

PL: Mündliche Prüfung (Dauer: ca. 30 Minuten)		x				
PL: Mündliche Prüfung über alle Teile des Moduls (Dauer: ca. 30 Minuten)				x		
PL: Mündliche Prüfung über alle Teile des Moduls (Dauer: ca. 45 Minuten)					x	
SL: Mindestens 50% der Punkte, die insgesamt in den für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können.	x	x	x	x	x	x
	①	②	③	④	⑤	⑥

① Verwendbar bei Wahl der Option "Individuelle Studiengestaltung".

④ ⑤ Die Veranstaltung deckt nur einen Teil des Moduls ab; die ECTS-Punkte werden erst für das vollständige Modul verbucht.

⑤ Die Zusammensetzung des Vertiefungsmoduls muss mit dem Prüfer/der Prüferin abgesprochen werden. Nicht alle Kombinationen sind zulässig.

③ Die Anforderungen übersteigen die für das Modul vergebene ECTS-Punktzahl. (Es gibt andere Wahlmöglichkeiten, die der ECTS-Punktzahl des Moduls entsprechen.)

---

# Topological Data Analysis

*Mikhail Tëmkin*

auf Englisch

Vorlesung: Mo, 10–12 Uhr, SR 404, [Ernst-Zermelo-Str. 1](#)

Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt und in der Vorlesung bekanntgegeben

## Inhalt:

Real-world data is often given as a finite set of points in  $\mathbb{R}^n$ , called a point cloud. Topological data analysis aims to extract features of a point cloud algorithmically. At its core, it is a pipeline of tools from pure mathematics. These tools are of fundamental theoretical importance, and many have practical applications of their own (which the course will briefly discuss). The tools span geometry (convex sets, Delaunay triangulation), topology (simplicial and chain complexes, homology), and algebra (quivers). The course provides a thorough introduction to them and culminates by assembling them into persistent homology, the main object of study in topological data analysis. Although targeted at students in the “Mathematics in Data and Technology” program, it may also interest pure mathematicians because of the close interplay between the two areas.

## Vorkenntnisse:

Lineare Algebra

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

PL: Mündliche Prüfung (Dauer: ca. 30 Minuten)			x			
PL: Mündliche Prüfung über alle Teile des Moduls (Dauer: ca. 30 Minuten)					x	
PL: Mündliche Prüfung über alle Teile des Moduls (Dauer: ca. 45 Minuten)						x
SL: Mindestens 50% der Punkte, die insgesamt in den für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können.	x	x	x	x	x	x
	①	②	③	④	⑤	⑥

① Verwendbar bei Wahl der Option "Individuelle Studiengestaltung".

③ Die Anforderungen übersteigen die für das Modul vergebene ECTS-Punktzahl. (Es gibt andere Wahlmöglichkeiten, die der ECTS-Punktzahl des Moduls entsprechen.)

④ ⑤ Die Veranstaltung deckt nur einen Teil des Moduls ab; die ECTS-Punkte werden erst für das vollständige Modul verbucht.

⑥ Die Zusammensetzung des Vertiefungsmoduls muss mit dem Prüfer/der Prüferin abgesprochen werden. Nicht alle Kombinationen sind zulässig.



## **2a. Fachdidaktik**

---

# **Einführung in die Fachdidaktik der Mathematik**

*Katharina Böcherer-Linder*

auf Deutsch

Vorlesung mit Übung: Mo, 10–12 Uhr, SR 226, Hermann-Herder-Str. 10

Übung: Fr, 8–10 Uhr, SR 404, [Ernst-Zermelo-Str. 1](#)

## **Inhalt:**

Mathematikdidaktische Prinzipien sowie deren lerntheoretische Grundlagen und Möglichkeiten unterrichtlicher Umsetzung (auch z.B. mit Hilfe digitaler Medien).

Theoretische Konzepte zu zentralen mathematischen Denkhandlungen wie Begriffsbilden, Modellieren, Problemlösen und Argumentieren.

Mathematikdidaktische Konstrukte: Verstehenshürden, Präkonzepte, Grundvorstellungen, spezifische Schwierigkeiten zu ausgewählten mathematischen Inhalten.

Konzepte für den Umgang mit Heterogenität unter Berücksichtigung fachspezifischer Besonderheiten (z.B. Rechenschwäche oder mathematische Hochbegabung).

Stufen begrifflicher Strenge und Formalisierungen sowie deren altersgemäße Umsetzung.

## **Vorkenntnisse:**

Erforderliche Vorkenntnisse sind die Grundvorlesungen in Mathematik (Analysis, Lineare Algebra).

Die Veranstaltung 'Einführung in die Mathematikdidaktik' wird deswegen frühestens ab dem 4. Fachsemester empfohlen.

## **Bemerkungen:**

Die Veranstaltung ist Pflicht in der Lehramtsoption des Zwei-Hauptfächer-Bachelor-Studiengangs. Sie setzt sich zusammen aus Vorlesungsanteilen und Anteilen mit Übungs- und Seminarcharakter. Die drei Lehrformen lassen sich dabei nicht völlig klar voneinander trennen. Der Besuch des „Didaktischen Seminars“ (etwa zweiwöchentlich, Dienstag abends, 19:30 Uhr) wird erwartet!

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

		(Einführung in die) Fachdidaktik Mathematik (2HFB21, MEH21, MEB21) – 5 ECTS		
PL: Klausur (Dauer: 1 bis 3 Stunden)				x
SL: Bestehen der Abschlussklausur (Dauer 1 bis 3 Stunden).	x			
SL: Regelmäßige Teilnahme am Tutorat (wie in der Prüfungsordnung definiert).		x	x	
SL: Vollständiges und gemäß Anleitung gut geführtes Lerntagebuch zum Tutorat.	x		x	

---

# Didaktik der Funktionen und der Analysis

Katharina Böcherer-Linder

Do, 9–12 Uhr, SR 226, Hermann-Herder-Str. 10

auf Deutsch

## Inhalt:

Exemplarische Umsetzungen der theoretischen Konzepte zu zentralen mathematischen Denkhandlungen wie Begriffsbilden, Modellieren, Problemlösen und Argumentieren für die Inhaltsbereiche Funktionen und Analysis.

Verstehenshürden, Präkonzepte, Grundvorstellungen, spezifische Schwierigkeiten zu den Inhaltsbereichen Funktionen und Analysis.

Grundlegende Möglichkeiten und Grenzen von Medien, insbesondere von computergestützten mathematischen Werkzeugen und deren Anwendung für die Inhaltsbereiche Funktionen und Analysis. Analyse Individueller mathematischer Lernprozesse und Fehler sowie Entwicklung individueller Fördermaßnahmen zu den Inhaltsbereichen Funktionen und Analysis.

## Literatur:

- R. Dankwerts, D. Vogel: *Analysis verständlich unterrichten*. Heidelberg: Spektrum, 2006.
- G. Greefrath, R. Oldenburg, H.-S. Siller, V. Ulm, H.-G. Weigand: *Didaktik der Analysis. Aspekte und Grundvorstellungen zentraler Begriffe*. Berlin, Heidelberg: Springer 2016.

## Vorkenntnisse:

Einführung in die Fachdidaktik der Mathematik

Kenntnisse aus Analysis und Numerik

## Bemerkungen:

Die beiden Teile können in verschiedenen Semestern absolviert werden, haben aber eine gemeinsame Abschlussklausur, die jedes Semester angeboten und nach Absolvieren beider Teile geschrieben wird.

## **Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:**

- Fachdidaktik der mathematischen Teilgebiete (MEd18, MEH21, MEB21) – 3 ECTS

PL: Klausur über beide Modulteile.	✗
SL: Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert).	✗
SL: Seminarvortrag mit praktischem und theoretischem Teil.	✗
SL: Wöchentliche Lektüre und gegebenenfalls Hausübung.	✗

①

① Die Veranstaltung deckt nur einen Teil des Moduls ab; die ECTS-Punkte werden erst für das vollständige Modul verbucht.

---

# Didaktik der Stochastik und der Algebra

Frank Reinhold

Mi, 11–14 Uhr, SR 404, Ernst-Zermelo-Str. 1

auf Deutsch

## Inhalt:

Exemplarische Umsetzungen der theoretischen Konzepte zu zentralen mathematischen Denkhandlungen wie Begriffsbilden, Modellieren, Problemlösen und Argumentieren für die Inhaltsbereiche Stochastik und Algebra.  
Verstehenshürden, Präkonzepte, Grundvorstellungen, spezifische Schwierigkeiten zu den Inhaltsbereichen Stochastik und Algebra.

Grundlegende Möglichkeiten und Grenzen von Medien, insbesondere von computergestützten mathematischen Werkzeugen und deren Anwendung für die Inhaltsbereiche Stochastik und Algebra.

Analyse Individueller mathematischer Lernprozesse und Fehler sowie Entwicklung individueller Fördermaßnahmen zu den Inhaltsbereichen Stochastik und Algebra.

## Literatur:

- G. Malle: *Didaktische Probleme der elementaren Algebra*. Braunschweig, Wiesbaden: Vieweg 1993.
- A. Eichler, M. Vogel: *Leitidee Daten und Zufall. Von konkreten Beispielen zur Didaktik der Stochastik*. Wiesbaden: Vieweg 2009.

## Vorkenntnisse:

Einführung in die Fachdidaktik der Mathematik  
Kenntnisse aus Stochastik und Algebra

## Bemerkungen:

Die beiden Teile können in verschiedenen Semestern absolviert werden, haben aber eine gemeinsame Abschlussklausur, die jedes Semester angeboten und nach Absolvieren beider Teile geschrieben wird.

## **Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:**

- Fachdidaktik der mathematischen Teilgebiete (MEd18, MEdH21, MEB21) – 3 ECTS

PL: Klausur über beide Modulteile.	✗
SL: Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert).	✗
SL: Seminarvortrag mit praktischem und theoretischem Teil.	✗
SL: Wöchentliche Lektüre und gegebenenfalls Hausübung.	✗

①

① Die Veranstaltung deckt nur einen Teil des Moduls ab; die ECTS-Punkte werden erst für das vollständige Modul verbucht.

---

# Fachdidaktikseminar: Medieneinsatz im Mathematikunterricht

Jürgen Kury

Seminar: Mi, 15–18 Uhr, SR 404, [Ernst-Zermelo-Str. 1](#)

auf Deutsch

## Inhalt:

Der Einsatz von Unterrichtsmedien im Mathematikunterricht gewinnt sowohl auf der Ebene der Unterrichtsplanung wie auch der der Unterrichtsrealisierung an Bedeutung. Vor dem Hintergrund konstruktivistischer Lerntheorien zeigt sich, dass der reflektierte Einsatz von modularen Mathematiksystemen im Unterricht die Nachhaltigkeit von Unterricht verbessert. Ein besonderer Fokus liegt auf der stärkeren Gewichtung der Tiefenstrukturen. Dazu gehören kognitive Aktivierung, konstruktives Unterstützen beim Lernen sowie die Sicherung von Lernprozessen. Digitale Medien können hier gezielt eingesetzt werden, um mathematisches Verstehen zu vertiefen, Denkprozesse anzuregen und nachhaltiges Lernen zu fördern.

Künstliche Intelligenz (KI) findet zunehmend Eingang in den Mathematikunterricht. Im Seminar wird thematisiert, wie KI-basierte Systeme wie automatische Diagnosewerkzeuge, adaptive Lernhilfen oder intelligente Tutorensysteme Lehrerinnen und Lehrer unterstützen können. Ziel ist es, Chancen und Herausforderungen des KI-Einsatzes zu reflektieren und konkrete unterrichtliche Nutzungsmöglichkeiten auszuprobieren und zu beurteilen

Das Seminar hat sich zum Ziel gesetzt, den Studierenden die notwendigen Entscheidungs- und Handlungskompetenzen zu vermitteln, um zukünftige Mathematikunterrichtende auf ihre berufliche Tätigkeit vorzubereiten. Ausgehend von ersten Überlegungen zur Unterrichtsplanung werden anschließend Computer und Tablets hinsichtlich ihres jeweiligen didaktischen Potentials untersucht und während eines Unterrichtsbesuchs mit Lernenden erprobt.

Die Studierenden sollen Unterrichtssequenzen ausarbeiten, die dann mit Schülern erprobt und reflektiert werden.

## Vorkenntnisse:

nützlich: Grundvorlesungen in Mathematik

nützlich: GeoGebra-Account (kann auch noch im Seminar angelegt werden)

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

- Fachdidaktische Entwicklung (MED18,  
MEH21, MEB21) –  
4 ECTS

SL: Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert).	x
SL: Aktive mündliche Beteiligung und Ausarbeitung und Präsentation einer Unterrichtssequenz.	x

---

## Fachdidaktikseminare der PH Freiburg

*Dozent:innen der PH Freiburg*

auf Deutsch

### Bemerkungen:

Für das Modul „Fachdidaktische Entwicklung“ können auch geeignete Veranstaltungen an der PH Freiburg absolviert werden, sofern dort Studienplätze zur Verfügung stehen. Ob Veranstaltungen geeignet sind, sprechen Sie bitte vorab mit Frau Böcherer-Linder ab; ob Studienplätze zur Verfügung stehen, müssen Sie bei Interessen an einer Veranstaltung von den Dozent:inn:en erfragen.

### Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

- Fachdidaktische Entwicklung (MEd18,  
MEH21, MEB21) –  
4 ECTS

---

SL: Die Anforderungen sind pro Seminar im [Modulhandbuch Lehramt Sekundarstufe 1](#) der Pädagogischen Hochschule Freiburg beschrieben.

x

---

# Modul "Fachdidaktische Forschung"

*Dozent:innen der PH Freiburg, Anselm Strohmaier*

auf Deutsch

Teil 1: Seminar 'Fachdidaktische Entwicklungsforschung zu ausgewählten Schwerpunkten': Mo, 14–16 Uhr, 301, **KG 4, PH Freiburg**,

Eventuelle kurzfristige Zeit- oder Raumänderungen entnehmen Sie bitte dem [Vorlesungsverzeichns der PH Freiburg](#).

Teil 2: Seminar 'Methoden der mathematikdidaktischen Forschung': Mo, 10–13 Uhr, 010, **Pavillon 3, PH Freiburg**, Ab 22.12.2025. Eventuelle kurzfristige Zeit- oder Raumänderungen entnehmen Sie bitte dem [Vorlesungsverzeichns der PH Freiburg](#).

Teil 3: Begleitseminar zur Masterarbeit 'Entwicklung und Optimierung eines fachdidaktischen Forschungsprojekts' , Termine nach Vereinbarung

## Inhalt:

Die drei zusammengehörigen Veranstaltungen des Moduls bereiten auf das Anfertigen einer empirischen Masterarbeit in der Mathematikdidaktik vor. Das Angebot wird von allen Professor:innen der PH mit mathematikdidaktischen Forschungsprojekten der Sekundarstufe 1 und 2 gemeinsam konzipiert und von einem dieser Forschenden durchgeführt. Im Anschluss besteht das Angebot, bei einem/einer dieser Personen eine fachdidaktische Masterarbeit anzufertigen – meist eingebunden in größere laufende Forschungsprojekte.

In der ersten Veranstaltung des Moduls findet eine Einführung in Strategien empirischer fachdidaktischer Forschung statt (Forschungsfragen, Forschungsstände, Forschungsdesigns). Studierende vertiefen ihre Fähigkeiten der wissenschaftlichen Recherche und der Bewertung fachdidaktischer Forschung. In der zweiten Veranstaltung (im letzten Semesterdrittel) werden die Studierenden durch konkrete Arbeit mit bestehenden Daten (Interviews, Schülerprodukte, Experimentaldaten) in zentrale qualitative und quantitative Forschungsmethoden eingeführt. Die dritte Veranstaltung ist ein Begleitseminar zur Masterarbeit.

Die Haupziele des Moduls sind die Fähigkeit zur Rezeption mathematikdidaktischer Forschung zur Klärung praxis-relevanter Fragen sowie die Planung einer empirischen mathematikdidaktischen Masterarbeit. Es wird abgehalten werden als Mischung aus Seminar, Erarbeitung von Forschungsthemen in Gruppenarbeit sowie aktivem Arbeiten mit Forschungsdaten. Literatur wird abhängig von den angebotenen Forschungsthemen innerhalb der jeweiligen Veranstaltungen angegeben werden. Die Teile können auch in verschiedenen Semestern besucht werden, zum Beispiel Teil 1 im zweiten Mastersemester und Teil 2 in der Kompaktpause des dritten Mastersemesters nach dem Praxissemester.

## Bemerkungen:

Dreiteiliges Modul für die Studierenden im M.Ed., die eine fachdidaktische Master-Arbeit in Mathematik schreiben möchten. Teilnahme nur nach persönlicher Anmeldung bis Ende der Vorlesungszeit des Vorsemesters in der Abteilung für Didaktik. Die Aufnahmekapazitäten sind beschränkt.

Voranmeldung: Wer neu an diesem Modul teilnehmen möchte, meldet sich bitte bis zum 30.09.2025 per E-Mail bei [didaktik@math.uni-freiburg.de](mailto:didaktik@math.uni-freiburg.de) und bei [Anselm Strohmaier](#).

## **Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:**

- Fachdidaktische Forschung  
(MEd18, MEH21,  
MEB21) – 4 ECTS

SL: Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert).	x
SL: In allen drei Teilen des Moduls: Bearbeitung von Aufgaben nach Maßgabe der Lehrenden im Umfang von insgesamt etwa 60 Stunden.	x

## **2b. Lehramts- und Tutoratsmodule**

# Lernen durch Lehren

15.10., Raum 232, Ernst-Zermelo-Str. 1

auf Deutsch

## Inhalt:

Was macht ein gutes Tutorat aus? Im ersten Workshop wird diese Frage diskutiert und es werden Tipps und Anregungen mitgegeben. Im zweiten Workshop werden die Erfahrungen ausgetauscht.

## Bemerkungen:

Voraussetzung für die Teilnahme ist eine Tutoratsstelle zu einer Vorlesung des Mathematischen Instituts im laufenden Semester (mindestens eine zweistündige oder zwei einstündige Übungsgruppen über das ganze Semester).

Kann im M.Sc.-Studiengang Mathematik zweimal verwendet werden.

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Wahlmodul im Optionsbereich (2HffB21) – 3 ECTS</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Wahlmodul (BSc21) – 3 ECTS</li><li>• Elective (MScData24) – 3 ECTS</li><li>• Mathematische Ergänzung (MEdI18) – 3 ECTS</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Wahlmodul (MSc14) – 3 ECTS</li></ul>
SL: Teilnahme an beiden Terminen des Tutoratsworkshops. Regelmäßige Teilnahme an der Tutorenbesprechung. Zwei gegenseitige Tutoratsbesuche mit einem (oder mehreren) anderen Modulteilnehmern.	x	x	x
	①	②	③

① ② ③ Voraussetzung für die Teilnahme ist eine Tutoratsstelle zu einer Vorlesung des Mathematischen Instituts im laufenden Semester (mindestens eine zweistündige oder zwei einstündige Übungsgruppen über das ganze Semester)

① Verwendbar bei Wahl der Option "Individuelle Studiengestaltung".

③ Das Modul kann im M.Sc.-Studiengang zweimal absolviert werden (in verschiedenen Semestern, aber u.U. in Tuto- raten zur gleichen Vorlesung).

---

# Schulmathematische Aspekte der Analysis und Linearen Algebra

Katharina Böcherer-Linder, Markus Junker  
Mo, 14–16 Uhr, SR 404, [Ernst-Zermelo-Str. 1](#)

auf Deutsch

## Inhalt:

In dieser neu konzipierten Veranstaltungen werden Themen der Vorlesungen zur Analysis und zur Linearen Algebra aufgegriffen (wie zum Beispiel Grenzwerte, Stetigkeit, geometrische Abbildungen) und zum einen herausgearbeitet, wie diese in der Schule vorkommen, und zum anderen, inwieweit der hochschulmathematische Blick für das Verständnis der Schulmathematik hilft.

Es ist geplant, dass die Veranstaltung als interaktives Seminar abläuft, in dem die Teilnehmer:innen Fallbeispiele vorbereiten, die dann gemeinsam diskutiert werden. Der Leistungsnachweis wird (neben der regelmäßigen Anwesenheit) in den Präsentationen und Ausarbeitungen der Fallbeispiele bestehen.

## Vorkenntnisse:

Grundvorlesungen in Analysis und Linearer Algebra

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

	• Mathematische Ergänzung (MEd18) – 3 ECTS	• Schulmathematische Aspekte der Analysis und der Linearen Algebra (MEDual24) – 2 ECTS
SL: Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert).	x	x
SL: Präsentation zu einem ausgewählten Thema (20–40 min)	x	x
SL: Schriftliche Ausarbeitung zum Thema der Präsentation.	x	

## 2c. Praktische Übungen

---

# Praktische Übung zu 'Introduction to Theory and Numerics of Partial Differential Equations'

Patrick Dondl, Assistenz: Ludwig Striet, Oliver Suchan

Praktische Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt

auf Englisch

## Inhalt:

Die Praktische Übung begleitet die gleichnamige Vorlesung mit Programmieraufgaben zum Vorlesungsstoff.

## Vorkenntnisse:

Siehe bei der Vorlesung – zusätzlich: Programmierkenntnisse.

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Wahlmodul im Optionsbereich (2HFB21) – 3 ECTS</li></ul>		
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Wahlmodul (BSc21) – 3 ECTS</li><li>• Mathematische Ergänzung (MEd18) – 3 ECTS</li></ul>	<b>x</b>	<b>x</b>
①	<ul style="list-style-type: none"><li>• Wahlmodul (MSc14) – 3 ECTS</li><li>• Elective (MScData24) – 3 ECTS</li></ul>		②

SL: Mindestens 50% der Punkte, die insgesamt in den für die Übung ausgegebenen Programmieraufgaben erreicht werden können.

① Verwendbar bei Wahl der Option "Individuelle Studiengestaltung".

# Praktische Übung zu Numerik

Patrick Dondl, Assistenz: Alen Kushova

Praktische Übung: 2-stündig, verschiedene Termine

auf Deutsch

## Inhalt:

In den begleitenden praktischen Übungen zur Vorlesung Numerik I werden die in der Vorlesung entwickelten und analysierten Algorithmen praktisch umgesetzt und experimentell getestet. Die Implementierung erfolgt in den Programmiersprachen Matlab, C++ und Python. Elementare Programmierkenntnisse werden dabei vorausgesetzt.

## Vorkenntnisse:

Siehe bei der Vorlesung *Numerik I* (die gleichzeitig gehört werden oder schon absolviert sein soll).

Zusätzlich: Elementare Programmervorkenntnisse zum Beispiel aus dem Kurs *Einführung in die Programmierung für Studierende der Naturwissenschaften*.

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Praktische Übung (2HfB21, MEH21, MEB21) – 3 ECTS</li><li>• Mathematische Ergänzung (MED18) – 3 ECTS</li><li>• Wahlmodul im Optionsbereich (2HfB21) – 3 ECTS</li><li>• Numerik (BSc21) – 12 ECTS</li></ul>		
SL: Mindestens 50% der Punkte, die insgesamt in den für die Übung ausgegebenen Programmieraufgaben erreicht werden können.	X	X	X
	(1)	(2)	(3)

① ② ③ Die Anforderungen an die Studienleistungen gelten separat für beide Semester der Veranstaltung!

② Verwendbar bei Wahl der Option "Individuelle Studiengestaltung".

③ Die Veranstaltung deckt nur einen Teil des Moduls ab; die ECTS-Punkte werden erst für das vollständige Modul verbucht.

---

# Praktische Übung zu 'Theory and Numerics of Partial Differential Equations – Selected Nonlinear Problems'

Sören Bartels, Assistenz: Tatjana Schreiber

auf Englisch

Praktische Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt

## Inhalt:

In the practical exercises accompanying the lecture 'Theory and Numerics for Partial Differential Equations – Selected Nonlinear Problems', the algorithms developed and analyzed in the lecture are implemented and tested experimentally. The implementation can be carried out in the programming languages Matlab, C++ or Python. Elementary programming knowledge is assumed.

## Literatur:

- S. Bartels: *Numerical methods for nonlinear partial differential equations*, Springer, 2015.

## Vorkenntnisse:

siehe bei der Vorlesung

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Wahlmodul im Optionsbereich (2HFB21) – 3 ECTS</li></ul>		
	<ul style="list-style-type: none"><li>• Wahlmodul (BSc21) – 3 ECTS</li><li>• Mathematische Ergänzung (MEd18) – 3 ECTS</li><li>• Wahlmodul (MSc14) – 3 ECTS</li><li>• Elective (MScData24) – 3 ECTS</li></ul>		
SL: Mindestens 50% der Punkte, die insgesamt in den für die Übung ausgegebenen Programmieraufgaben erreicht werden können.	x	x	

① Verwendbar bei Wahl der Option "Individuelle Studiengestaltung".

---

# Python for Data Analysis

Sebastian Stroppel

Do, 10–12 Uhr, PC-Pool Raum -100, [Hermann-Herder-Str. 10](#)

auf Englisch

## Inhalt:

This course is designed for students without prior knowledge in programming, but students who have already taken a first programming course might benefit as well. We will start with basic syntax and the standard library of python, including data types, functions, loops, regular expressions, and interacting with the operating system. For data analysis we learn dataframes using packages such as pandas (and relatives), see how we can interact with freely available APIs, make plots using matplotlib, and use numpy and scipy for standard procedures including numerical computations.

Within this course, you will pick a programming task of your interest, and implement your ideas based on your gained knowledge.

## Vorkenntnisse:

keine

## Bemerkungen:

Kann nicht gemeinsam mit der Praktische Übungen Stochastik in Python angerechnet werden.

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

- Elective (MScData24) –
  - 3 ECTS
  - Praktische Übung  
(2HFB21, MEH21,  
MEB21) – 3 ECTS

SL: Mindestens 50% der Punkte, die insgesamt in den für die Übung ausgegebenen Programmieraufgaben erreicht werden können.

X

### **3a. Proseminare**

---

# Proseminar: Elementare Zahlentheorie

Annette Huber-Klawitter, Assistenz: Christoph Brackenhoffer  
Seminar: Mi, 8–10 Uhr, SR 404, [Ernst-Zermelo-Str. 1](#)

auf Deutsch

## Inhalt:

Zahlentheorie beschäftigt sich mit den Eigenschaften der ganzen Zahlen. Viele Fragen zu ganzen Zahlen lassen sich einfach formulieren, sind jedoch (bisher) nur mit äußerst komplizierter Maschinerie zu lösen oder noch ungelöst. Wir wollen in diesem Proseminar zahlentheoretische Probleme kennenlernen und mit elementaren Methoden lösen. Themen sind unter anderem Teilbarkeitseigenschaften ganzer Zahlen, Kettenbrüche und transzendente Zahlen.

## Vorkenntnisse:

Analysis I, II, Lineare Algebra I, II

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

- Proseminar (2Hfb21,  
BSc21, MEH21, MEB21)  
– 3 ECTS

---

PL: Vortrag (Dauer: 45 bis 90 Minuten)	✗
SL: Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert).	✗

---

# Proseminar: Gewöhnliche Differentialgleichungen

Diyora Salimova

Vorträge/Teilnahme auf Deutsch oder auf Englisch möglich

Seminar: Mi, 14–16 Uhr, SR 226, [Hermann-Herder-Str. 10](#)

## Inhalt:

In diesem Proseminar werden wir verschiedene Aspekte von gewöhnlichen Differentialgleichungen betrachten, einem grundlegenden Gebiet der Mathematik mit weit verbreiteten Anwendungen in den Natur-, Ingenieur- und Wirtschaftswissenschaften und darüber hinaus. Die Studenten werden sich aktiv an der Präsentation und Diskussion verschiedener Themen beteiligen, darunter Existenz- und Eindeutigkeitstheoreme, Stabilitätsanalyse, lineare Systeme, nichtlineare Dynamik und numerische Methoden zur Lösung von Differentialgleichungen. Die Teilnehmer werden ihre analytischen Fähigkeiten verbessern und ihr theoretisches Verständnis vertiefen, indem sie klassische Probleme und aktuelle Forschungsansätze untersuchen.

## Literatur:

- J. W. Prüss, M. Wilke: *Gewöhnliche Differentialgleichungen und dynamische Systeme*, Grundstudium Mathematik.
- R. D'Ambrosio: *Numerical Approximation of Ordinary Differential Problems*
- M. Hermann und M. Saravi: *Eine Einführung in gewöhnliche Differentialgleichungen*

## Vorkenntnisse:

Analysis I und II, Lineare Algebra I und II

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

- |  |   |
|--|---|
| PL: Vortrag (Dauer: 45 bis 90 Minuten)   | x |
| SL: Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert). | x |
- Proseminar (2Hfb21,  
BSc21, MEH21, MEB21)  
– 3 ECTS

---

# Proseminar: Graphentheorie

Heike Mildenberger, Assistenz: Stefan Ludwig  
Seminar: Di, 16–18 Uhr, SR 127, Ernst-Zermelo-Str. 1

auf Deutsch

## Inhalt:

Themen sind: Endliche und unendliche Graphen, Eulerpfade, Verbundenheitseigenschaften, Färbungen, Spannbäume, Zufallsgraphen. Wenn gewünscht, können auch fortgeschrittenere Gegenstände, wie zum Beispiel der Rado-Graph und 0-1-Gesetze oder probabilistische Methoden vorgestellt werden.

## Literatur:

- Bela Bollobas: *Graph Theory*, 1979.
- Reinhard Diestel: *Graph Theory* (7. Auflage), 2025.

Die Dateien sind mit einem Login an der Universität Freiburg über die UB erhältlich.

## Vorkenntnisse:

Lineare Algebra I und II, Analysis I und II

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

• Proseminar (2Hfb21,  
BSc21, MEH21, MEB21)  
– 3 ECTS

PL: Vortrag (Dauer: 45 bis 90 Minuten)

x

SL: Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert).

x

---

# Proseminar: Mathematik im Alltag

Susanne Knies, Assistenz: Jonah Reuß

Blockseminar nach dem Praxissemester , 18.02.–20.02.2026

auf Deutsch

## Bemerkungen:

Restplätze des M.Ed-Seminars nach dem Praxissemester (Blockseminar 18.02. - 20.02.2026) können als Proseminarplätze vergeben werden. Nähere Informationen siehe dort!

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

		• Proseminar (2HfB21, BSc21, MEd21, MEB21) – 3 ECTS	• Mathematische Ergänzung (MEd18) – 3 ECTS
PL: Vortrag (Dauer: 45 bis 90 Minuten)	x		
SL: Vortrag (Dauer: 45 bis 90 Minuten)		x	
SL: Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert).	x	x	x

## **3b. Seminare**

---

# M.Ed.-Seminar (nach Praxissemester): Mathematik im Alltag

Susanne Knies, Assistenz: Jonah Reuß

Blockseminar nach dem Praxissemester , 18.02.–20.02.2026

auf Deutsch

## Inhalt:

Vielen technischen Anwendungen liegen mathematische Methoden zu Grunde, ebenso findet sich Mathematik in vielen Alltagsproblemen wieder. In diesem Seminar soll in jedem Vortag ein solches Team vorgestellt und der mathematische Hintergrund erläutert werden. Zur Vorbereitung des Vortrags gehört auch die eigene Literaturrecherche. Themenvorschläge finden Sie auf <https://home.mathematik.uni-freiburg.de/knies/lehre/ws2526/>.

Ausdrücklich sind auch eigene Themenvorschläge willkommen, die z. B. Mathematik mit Ihrem zweiten Studienfach (im MEd) in Verbindung bringen.

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

		<ul style="list-style-type: none"><li>• Proseminar (2HfB21, BSc21, MEH21, MEB21) – 3 ECTS</li></ul>	
PL: Vortrag (Dauer: 45 bis 90 Minuten)	x		
SL: Vortrag (Dauer: 45 bis 90 Minuten)		x	
SL: Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert).	x	x	

---

# Seminar: Computational PDEs – Gradient Flows and Descent Methods

*Sören Bartels*

Vorträge/Teilnahme auf Deutsch oder auf Englisch möglich

Seminar: Mo, 14–16 Uhr, SR 226, [Hermann-Herder-Str. 10](#)

## Inhalt:

The seminar will be devoted to the development of reliable and efficient discretizations of time stepping methods for parabolic evolution problems. The considered model problems either result from minimization problems or dynamical systems and are typically constrained or nondifferentiable. Criteria that allow to adjust the step sizes and strategies that lead to an acceleration of the convergence to stationary configurations will be addressed in the seminar. Specific topics and literature will be assigned in the preliminary meeting.

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

PL: Vortrag (Dauer: 45 bis 90 Minuten)				x	
SL: Vortrag (Dauer: 45 bis 90 Minuten)	x			x	x
SL: Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert).	x	x		x	x
	①	②		③	④

① Verwendbar bei Wahl der Option "Individuelle Studiengestaltung".

③ Die Anforderungen übersteigen die für das Modul vergebene ECTS-Punktzahl. (Es gibt andere Wahlmöglichkeiten, die der ECTS-Punktzahl des Moduls entsprechen.)

# Seminar zur Darstellungstheorie

Wolfgang Soergel, Assistenz: Niklas Müller

Seminar: Di, 14–16 Uhr, SR 127, Ernst-Zermelo-Str. 1

Vorträge/Teilnahme auf Deutsch oder auf Englisch möglich

## Inhalt:

Struktur nichtkommutativer Ringe mit Anwendungen auf Darstellungen endlicher Gruppen.

## Vorkenntnisse:

notwendig: Lineare Algebra I und II

nützlich: Algebra und Zahlentheorie

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

PL: Vortrag (Dauer: 45 bis 90 Minuten)			x		
SL: Vortrag (Dauer: 45 bis 90 Minuten)	x			x	x
SL: Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert).	x	x	x	x	x
	①	②	③	④	

① Verwendbar bei Wahl der Option "Individuelle Studiengestaltung".

③ Die Anforderungen übersteigen die für das Modul vergebene ECTS-Punktzahl. (Es gibt andere Wahlmöglichkeiten, die der ECTS-Punktzahl des Moduls entsprechen.)

---

## **Seminar: Medical Data Science**

*Harald Binder*

Vorträge/Teilnahme auf Deutsch oder auf Englisch möglich  
Seminar: Mi, 10: 15–11: 30 Uhr, HS Medizinische Biometrie, 1. OG, [Stefan-Meier-Str. 26](#)

### **Inhalt:**

Zur Beantwortung komplexer biomedizinischer Fragestellungen aus großen Datenmengen ist oft ein breites Spektrum an Analysewerkzeugen notwendig, z.B. Deep-Learning- oder allgemeiner Machine-Learning-Techniken, was häufig unter dem Begriff „Medical Data Science“ zusammengefasst wird. Statistische Ansätze spielen eine wesentliche Rolle als Basis dafür. Eine Auswahl von Ansätzen soll in den Seminarvorträgen vorgestellt werden, die sich an kürzlich erschienenen Originalarbeiten orientieren. Die genaue thematische Ausrichtung wird noch festgelegt.

### **Literatur:**

Hinweise auf einführende Literatur werden in der Vorbesprechung gegeben.

### **Vorkenntnisse:**

Gute Kenntnisse in Wahrscheinlichkeitstheorie und Mathematischer Statistik.

### **Bemerkungen:**

Das Seminar kann als Vorbereitung für eine Bachelor- oder Masterarbeit dienen.

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

PL: Vortrag (Dauer: 45 bis 90 Minuten)			x		
SL: Vortrag (Dauer: 45 bis 90 Minuten)	x			x	x
SL: Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert).	x	x		x	x
	①	②		③	④

① Verwendbar bei Wahl der Option "Individuelle Studiengestaltung".

③ Die Anforderungen übersteigen die für das Modul vergebene ECTS-Punktzahl. (Es gibt andere Wahlmöglichkeiten, die der ECTS-Punktzahl des Moduls entsprechen.)

# Seminar: Minimalflächen

Guofang Wang

Seminar: Mi, 16–18 Uhr, SR 125, Ernst-Zermelo-Str. 1

Vorträge/Teilnahme auf Deutsch oder auf Englisch möglich

## Inhalt:

Minimalflächen sind Flächen im Raum mit „minimalem“ Flächeninhalt und lassen sich mithilfe holomorpher Funktionen beschreiben. Sie treten u.a. bei der Untersuchung von Seifenhäuten und der Konstruktion stabiler Objekte (z.B. in der Architektur) in Erscheinung. Bei der Untersuchung von Minimalflächen kommen elegante Methoden aus verschiedenen mathematischen Gebieten wie der Funktionentheorie, der Variationsrechnung, der Differentialgeometrie und der partiellen Differentialgleichung zur Anwendung.

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

		• Wahlmodul im Optionsbereich (2HFB21) – 6 ECTS			
PL: Vortrag (Dauer: 45 bis 90 Minuten)			x		
SL: Vortrag (Dauer: 45 bis 90 Minuten)	x			x	x
SL: Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert).	x	x	x	x	x
	①		②	③	④

① Verwendbar bei Wahl der Option "Individuelle Studiengestaltung".

③ Die Anforderungen übersteigen die für das Modul vergebene ECTS-Punktzahl. (Es gibt andere Wahlmöglichkeiten, die der ECTS-Punktzahl des Moduls entsprechen.)

---

## Seminar: Random Walks

Angelika Rohde, Assistenz: Johannes Brutsche  
Seminar: Mo, 16–18 Uhr, SR 127, [Ernst-Zermelo-Str. 1](#)

Vorträge/Teilnahme auf Deutsch oder auf Englisch möglich

### Inhalt:

Random walks are stochastic processes (in discrete time) formed by successive summation of independent, identically distributed random variables and are one of the most studied topics in probability theory. Many results that are part of this seminar also carry over to Brownian motion and related processes in continuous time. In particular, the theory for random walks contains many central and elegant proof ideas which can be extended to various other settings. We start the theory at the very beginning but quickly move on to proving local central limit theorems, study Green's function and recurrence properties, hitting times and the Gambler's ruin estimate. Further topics may include a dyadic coupling with Brownian motion, Dirichlet problems, random walks that are not indexed in  $\mathbb{N}$  but the lattice  $\mathbb{Z}^d$ , and intersection probabilities for multidimensional random walks (which are processes  $X : \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{R}^d$ ). Here, we will see that in dimension  $d = 1, 2, 3$  two paths hit each other with positive probability, while for  $d \geq 4$  they avoid each other almost surely.

### Literatur:

- Gregory F. Lawler, Vlada Limic: *Random Walks: A modern introduction*, Cambridge studies in advanced mathematics 123.  
<https://www.math.uchicago.edu/~lawler/srwbook.pdf>

### Vorkenntnisse:

Wahrscheinlichkeitstheorie I

Einige Vorträge benötigen nur Stochastik I. Wenn Sie an dem Seminar interessiert sind und Wahrscheinlichkeitstheorie noch nicht gehört haben, schreiben Sie bitte dem Assistenten, damit wir ein geeignetes Thema auswählen können.

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

PL: Vortrag (Dauer: 45 bis 90 Minuten)			x		
SL: Vortrag (Dauer: 45 bis 90 Minuten)	x			x	x
SL: Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert).	x	x		x	x
	①	②		③	④

① Verwendbar bei Wahl der Option "Individuelle Studiengestaltung".

③ Die Anforderungen übersteigen die für das Modul vergebene ECTS-Punktzahl. (Es gibt andere Wahlmöglichkeiten, die der ECTS-Punktzahl des Moduls entsprechen.)

---

## Seminar: Data-Driven Medicine from Routine Data

Nadine Binder

Vorträge/Teilnahme auf Deutsch oder auf Englisch möglich  
Seminar , Das konkrete Seminardatum steht noch nicht fest und wird nach Abstimmung mit den Teilnehmern festgelegt.

### Inhalt:

Imagine being able to use routine data such as diagnoses, lab results, and medication plans to answer medical questions in innovative ways and improve patient care. In this seminar, we will learn to identify relevant data, understand suitable analysis methods, and what to consider when applying them in practice. Together, we will analyze scientific studies on routine data and discuss clinical questions, the methods used, and their feasibility for implementation.

What makes this seminar special: Medical and mathematics students collaborate to understand scientific studies from both perspectives. When possible, you will work in pairs (or individually if no pair can be formed) to analyze a study from your respective viewpoints and prepare related presentations. You may test available programming code or develop your own approaches to replicate the methods and apply them to your own questions. The pairs can be formed during the preliminary meeting.

### Vorkenntnisse:

notwendig: Basics in Applied Mathematics  
nützlich: Wahrscheinlichkeitstheorie I

### Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

- Mathematical Seminar  
(MScData24) – 6 ECTS
- Elective in Data  
(MScData24) – 6 ECTS

SL: Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert).	X
PL: A presentation (approx. 45 min.) on the assigned scientific study, with mathematics students focusing on the methods and medical students on data analysis and interpretation.	X

---

# Graduate Student Speaker Series

auf Englisch

Seminar: Mi, 14–16 Uhr, SR 127, [Ernst-Zermelo-Str. 1](#)

## Inhalt:

In der Graduate Student Speaker Series tragen die Studierenden des M.Sc.-Studiengang 'Mathematics in Data and Technology' über ihre Master-Arbeit oder ihre Programmierprojekte vor und die Dozent:innen des Studiengangs über ihre Arbeitsgebiete.

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

- |  |
|--|
| • Graduate Student Speaker Series (MScData24) – 4 ECTS |
|--|

SL: Vortrag (Dauer: 45 bis 90 Minuten)	x
SL: Teilnahme an mindestens 10 Seminarsitzungen während des gesamten Studiums.	x

## **4b. Fachfremde Veranstaltungen für den M.Sc. Mathematics in Data and Technology**

---

## Computer Vision

Thomas Brox Vorlesung: Mo, 10–12 Uhr, SR 01-016/18, Georges-Köhler-Allee 101  
Übung: Mo, 16–18 Uhr, SR 01-016/18, Georges-Köhler-Allee 101

### Bemerkungen:

Veranstaltung der Technischen Fakultät. Angaben zu Inhalt, Literatur und Vorkenntnissen finden Sie im [Modulhandbuch](#) des M.Sc.-Studiengangs Informatik.

### Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

- Elective in Data (MScData24) – 6 ECTS

---

PL: Die Anforderungen sind im [Modulhandbuch M.Sc. Informatik](#) beschrieben. x

SL: Die Anforderungen sind im [Modulhandbuch M.Sc. Informatik](#) beschrieben. x

---

---

## Financial Time Series Analysis

Jasper Peter Rennspies Vorlesung: Di, 10:30–12 Uhr, HS 3042, **KG III**  
Übung: Di, 14–16 Uhr, HS 3043, **KG III**

### Bemerkungen:

Veranstaltung des Instituts für Wirtschaftswissenschaften. Angaben zu Inhalt, Literatur und Vorkenntnissen finden Sie im [Modulhandbuch](#) des M.Sc.-Studiengangs Volkswirtschaftslehre.

### Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

- Elective in Data (MScData24) – 6 ECTS

---

PL: Die Anforderungen sind im [Modulhandbuch M.Sc. Volkswirtschaftslehre](#) beschrieben. x

SL: Die Anforderungen sind im [Modulhandbuch M.Sc. Volkswirtschaftslehre](#) beschrieben. x

---

---

## Foundations of Deep Learning

*Abhinav Valada* Vorlesung: Di, 14–16 Uhr, HS 00-026, [Georges-Köhler-Allee 101](#)  
Übung: Fr, 10–12 Uhr, HS 00-006, [Georges-Köhler-Allee 082](#)

### Bemerkungen:

Veranstaltung der Technischen Fakultät. Angaben zu Inhalt, Literatur und Vorkenntnissen finden Sie im [Modulhandbuch](#) des M.Sc.-Studiengangs Informatik.

### Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

- Elective in Data  
(MScData24) – 6 ECTS

PL: Die Anforderungen sind im [Modulhandbuch M.Sc. Informatik](#) beschrieben. x

SL: Die Anforderungen sind im [Modulhandbuch M.Sc. Informatik](#) beschrieben. x

---

## Intermediate Econometrics

Roxana Halbleib Vorlesung: Mo, 12: 30–14 Uhr, HS 1199, KG I, Do, 8: 30–10 Uhr, HS 1010, KG I  
Übung: 2-stündig, verschiedene Termine

### Bemerkungen:

Veranstaltung des Instituts für Wirtschaftswissenschaften. Angaben zu Inhalt, Literatur und Vorkenntnissen finden Sie im [Modulhandbuch](#) des M.Sc.-Studiengangs Volkswirtschaftslehre.

### Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

- Elective in Data (MScData24) – 6 ECTS

---

PL: Die Anforderungen sind im [Modulhandbuch M.Sc. Volkswirtschaftslehre](#) beschrieben. x

SL: Die Anforderungen sind im [Modulhandbuch M.Sc. Volkswirtschaftslehre](#) beschrieben. x

---

---

## Machine Learning

*Abhinav Valada* Vorlesung: Mo, 10–12 Uhr, HS 00-026, [Georges-Köhler-Allee 101](#)  
Übung: Fr, 14–16 Uhr, HS 00-006, [Georges-Köhler-Allee 082](#)

### Bemerkungen:

Veranstaltung der Technischen Fakultät. Angaben zu Inhalt, Literatur und Vorkenntnissen finden Sie im [Modulhandbuch](#) des M.Sc.-Studiengangs Informatik.

### Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

- Elective in Data  
(MScData24) – 6 ECTS

---

PL: Die Anforderungen sind im [Modulhandbuch M.Sc. Informatik](#) beschrieben. x

SL: Die Anforderungen sind im [Modulhandbuch M.Sc. Informatik](#) beschrieben. x

---

---

## Modellbildung und Systemidentifikation

Moritz Diehl Vorlesung: Mo, Mi, 8–10 Uhr, HS 00-026, [Georges-Köhler-Allee 101](#)  
Übung: 2-stündig, verschiedene Termine

### Bemerkungen:

Veranstaltung der Technischen Fakultät. Angaben zu Inhalt, Literatur und Vorkenntnissen finden Sie im [Modulhandbuch](#) des M.Sc.-Studiengangs Informatik.

### Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

- Elective in Data  
(MScData24) – 6 ECTS

---

PL: Die Anforderungen sind im [Modulhandbuch M.Sc. Informatik](#) beschrieben. x

SL: Die Anforderungen sind im [Modulhandbuch M.Sc. Informatik](#) beschrieben. x

---

---

# Model Predictive Control and Reinforcement Learning

*Joschka Boedecker, Moritz Diehl, Sébastien Gros* Blockvorlesung mit Übung 06.10.–10.10., 09:00–17:30, HS 1199, **KG I**

## Bemerkungen:

Veranstaltung der Technischen Fakultät. Angaben zu Inhalt, Literatur und Vorkenntnissen finden Sie auf der [Webseite der Veranstaltung](#).

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

		• Elective in Data (MScData24) – 3 ECTS
PL: Projektbericht		x
SL: Teilnahme an den Übungsterminen		x

---

## Reinforcement Learning

Joschka Boedecker Vorlesung: Fr, 8–10 Uhr, HS 00-026, Georges-Köhler-Allee 101  
Übung: Mo, 16–18 Uhr, HS 00-036, Georges-Köhler-Allee 101

### Bemerkungen:

Veranstaltung der Technischen Fakultät. Angaben zu Inhalt, Literatur und Vorkenntnissen finden Sie im [Modulhandbuch](#) des M.Sc.-Studiengangs Informatik.

### Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

- Elective in Data (MScData24) – 6 ECTS

---

PL: Die Anforderungen sind im [Modulhandbuch M.Sc. Informatik](#) beschrieben. x

SL: Die Anforderungen sind im [Modulhandbuch M.Sc. Informatik](#) beschrieben. x

---