

---

Universität Freiburg – Mathematisches Institut

# Wintersemester 2023/24

Kommentiertes Vorlesungsverzeichnis und  
aktuelle Ergänzungen der Modulhandbücher

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>Hinweise</b>	<b>4</b>
Studienplanung . . . . .	4
Verwendbarkeit von Veranstaltungen . . . . .	4
Studien- und Prüfungsleistungen . . . . .	5
Arbeitsgebiete für Abschlussarbeiten . . . . .	7
Angebote der EUCOR-Partnerhochschulen . . . . .	8
<b>4-stündige Vorlesungen</b>	<b>9</b>
Algebra und Zahlentheorie ( <i>Stefan Kebekus</i> ) . . . . .	10
Algebraische Topologie ( <i>Sebastian Goette</i> ) . . . . .	12
Analysis I ( <i>Patrick Dondl</i> ) . . . . .	15
Analysis III ( <i>Wolfgang Soergel</i> ) . . . . .	17
Die Geometrie der metrischen Räume ( <i>Christian Ketterer</i> ) . . . . .	19
Differentialgeometrie ( <i>Nadine Große</i> ) . . . . .	22
Einführung in Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen (Introduction to Theory and Numerics of Partial Differential Equations) ( <i>Diyora Salimova</i> ) . . . . .	24
Funktionentheorie ( <i>Annette Huber-Klawitter</i> ) . . . . .	26
Kombinatorik ( <i>Heike Mildenerger</i> ) . . . . .	28
Lineare Algebra I ( <i>Angelika Rohde</i> ) . . . . .	30
Modelltheorie (Model Theory) ( <i>Francesco Gallinaro</i> ) . . . . .	32
Nichtlineare Funktionalanalysis ( <i>Michael Růžička</i> ) . . . . .	35
Variationsrechnung ( <i>Guofang Wang</i> ) . . . . .	37
Wahrscheinlichkeitstheorie II – Stochastische Prozesse ( <i>Thorsten Schmidt</i> ) . . . . .	39
<b>2-stündige Vorlesungen</b>	<b>41</b>
Endliche einfache Gruppen ( <i>Amador Martín Pizarro</i> ) . . . . .	42
Erweiterung der Analysis ( <i>Nadine Große</i> ) . . . . .	44
Futures and Options ( <i>Ernst August von Hammerstein</i> ) . . . . .	45
Hidden-Markov-Modelle ( <i>Angelika Rohde</i> ) . . . . .	47
Numerical Optimization ( <i>Moritz Diehl</i> ) . . . . .	49
Numerik I ( <i>Alexei Gazca</i> ) . . . . .	51
One-Dimensional Diffusions and Stochastic Differential Equations ( <i>David Criens</i> ) . . . . .	53
Stochastik I ( <i>Ernst August von Hammerstein</i> ) . . . . .	55
Topics in Elliptic Partial Differential Equations ( <i>Fengrui Yang</i> ) . . . . .	57
<b>Fachdidaktikveranstaltungen</b>	<b>59</b>
Einführung in die Fachdidaktik der Mathematik ( <i>Katharina Böcherer-Linder</i> ) . . . . .	60
Fachdidaktik der mathematischen Teilgebiete (-) . . . . .	61
– Teil 1: Didaktik der Funktionen und der Analysis ( <i>Katharina Böcherer-Linder</i> ) . . . . .	61
– Teil 2: Didaktik der Stochastik und der Algebra ( <i>Annika Dreher</i> ) . . . . .	61
Fachdidaktische Entwicklung: Medieneinsatz im Mathematikunterricht ( <i>Jürgen Kury</i> ) . . . . .	63
Fachdidaktische Entwicklung: Seminare der PH Freiburg ( <i>Dozent:inn:en der PH Freiburg</i> ) . . . . .	64
Fachdidaktische Forschung (-) . . . . .	65
– Teil 1: Fachdidaktische Entwicklungsforschung zu ausgewählten Schwerpunkten ( <i>Dozenten der PH Freiburg</i> ) . . . . .	65

– Teil 2: Methoden der mathematikdidaktischen Forschung ( <i>Dozenten der PH Freiburg</i> ) . . . . .	65
– Teil 3: Entwicklung und Optimierung eines fachdidaktischen Forschungsprojekts ( <i>Dozenten der PH Freiburg</i> )	65
<b>Praktische Übungen</b>	<b>67</b>
<hr/>	
Praktische Übung zu Einführung in Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen ( <i>Diyora Salimova</i> )	68
Praktische Übung Numerik ( <i>Alexei Gazca</i> ) . . . . .	69
Praktische Übung Stochastik ( <i>Johannes Brutsche, Jakob Stiefel</i> ) . . . . .	70
<b>Proseminare</b>	<b>72</b>
<hr/>	
Gegenbeispiele in der Analysis ( <i>Patrick Dondl</i> ) . . . . .	73
Gewöhnliche Differentialgleichungen und Anwendungen ( <i>Susanne Knies</i> ) . . . . .	74
Kodierungstheorie ( <i>Ernst August von Hammerstein</i> ) . . . . .	75
Zahlen ( <i>Annette Huber-Klawitter</i> ) . . . . .	77
<b>Seminare</b>	<b>78</b>
<hr/>	
Algebraische Topologie ( <i>Heike Mildenberger</i> ) . . . . .	79
Darstellungen halbeinfacher Lie-Algebren ( <i>Wolfgang Soergel</i> ) . . . . .	81
Differentialtopologie ( <i>Christian Ketterer</i> ) . . . . .	82
Medical Data Science ( <i>Harald Binder</i> ) . . . . .	84
Minimalflächen ( <i>Guofang Wang</i> ) . . . . .	86
Operaden in der Algebra, Topologie und Physik ( <i>Thorsten Hertl, Jonas Schnitzer</i> ) . . . . .	88
Stochastische (partielle) Differentialgleichungen ( <i>David Criens, Angelika Rohde</i> ) . . . . .	90
The Unfolding Method ( <i>Patrick Dondl</i> ) . . . . .	92
<b>Sonstige Veranstaltungen</b>	<b>94</b>
<hr/>	
Lernen durch Lehren ( <i>Organisation: Susanne Knies</i> ) . . . . .	95
Lesekurse „Wissenschaftliches Arbeiten“ ( <i>alle Professor:inn:en des Mathematischen Instituts</i> ) . . . . .	96

# Studienplanung

Liebe Studierende der Mathematik,

das kommentierte Vorlesungsverzeichnis bietet Informationen über das Lehrangebot des Mathematischen Instituts im aktuellen 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 den Studiengangskoordinator, Studienberatung der einzelnen Abteilungen sowie Beratung durch Dozentinnen und Dozenten (Sprechzeiten siehe auf den im Personenverzeichnis des Instituts verlinkten persönlichen Webseiten).

Bitte beachten Sie:

- Es gibt im Grunde **keine Vorschriften an die Gestaltung des individuellen Studienverlaufs** und **keine Zugangsvoraussetzungen an Veranstaltungen** (abgesehen von der begrenzten Anzahl an Plätzen in jedem Seminar bzw. Proseminar). Sie müssen aber selbstständig darauf achten, über die inhaltlich erforderlichen Vorkenntnisse zu verfügen.
- 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.
- Im **M.Sc.-Studiengang** müssen Sie bei der Auswahl der Veranstaltungen beachten, dass Sie maximal zwei der vier mündlichen Prüfungen bei derselben Prüferin/demselben Prüfer ablegen dürfen.
- Inwieweit der Stoff weiterführender Vorlesungen als **Vorbereitung für Abschlussarbeiten und -prüfungen** ausreicht oder ergänzt werden sollte, muss rechtzeitig mit der Betreuerin/dem Betreuer der Arbeit bzw. den Prüferinnen und Prüfern abgesprochen werden. Dies gilt insbesondere für die mündliche Prüfung im Vertiefungsmodul des M.Sc.-Studiengangs.

## Verwendbarkeit von Veranstaltungen

Die Verwendbarkeitstabelle auf Seite 6 gibt in komprimierter Form an, in welchen Modulen aus welchen Studiengängen die im aktuellen Semester angebotenen Veranstaltungen verwendet werden können. Ausführlich ist dies pro Veranstaltung in der Rubrik „Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen“ dargestellt.

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:

- Es ist erlaubt, höhere, typischerweise für den M.Sc.-Studiengang angebotene Vorlesungen in anderen Studiengängen zu verwenden; aufgrund der geforderten Vorkenntnisse werden sie aber nur in Ausnahmefällen in Frage kommen. In der Tabelle ist zwischen „typisch“ (d. h. besonders geeignet und regelmäßig angeboten) und „möglich“ (setzt Vorkenntnisse voraus oder wird selten angeboten) unterschieden. Diese Trennung ist allerdings etwas künstlich und nicht klar definiert.
- Im B.Sc. Mathematik müssen über den Pflichtbereich hinaus nach PO 2021 mindestens drei, nach PO 2012 mindestens vier 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 Vorlesungen zur Reinen Mathematik zählen, finden Sie in den Kommentaren der einzelnen Vorlesungen in der Rubrik „Verwendbarkeit“ und in der Tabelle in der Spalte für das Modul „Reine Mathematik“ im M.Sc.-Studiengang.

# Studien- und Prüfungsleistungen

In der Rubrik „Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen“ wird für jede im Wintersemester 2023/24 angebotene Mathematik-Veranstaltung angegeben, 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 02.11.2023 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-tägig 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.

Veranstaltung und Modul	B. S. c. (PO 2021)				M. S. c.				2 - H. f. - B.				M. E. d.							
	Pflichtveranstaltungen	Proseminar	Seminar	Wahlpflicht 4-stündig	Wahlbereich	Reine Mathe.	Angewandte Mathe.	Mathematik	Vertiefungsmodul	Seminar A / B	Wahlbereich	Pflichtveranstaltungen*	Proseminar*	Prakt. Übung*	Lehrantsoption*	andere Option	Pflichtveranstaltungen*	Math. Ergänzung*	Math. Vertiefung**	Fachdid. Entwicklung*
Algebraische Topologie				●		●	●	●	●	●	●				⑨					
Algebra und Zahlentheorie				●		●	●	●	●	●	●				⑨					
Analysis I	●											●								
Analysis III	●											●			⑨					
Didaktik der Funktionen und der Analysis					⑥															
Didaktik der Stochastik und der Algebra																				
Die Geometrie metrischer Räume				●		●	●	●	●	●	●				⑨					
Differentialgeometrie				●		●	●	●	●	●	●				⑨					
Einführung in die Fachdidaktik der Mathematik																				
Einführung in Theorie und Numerik part. Differentialgl.				●		●	●	●	●	●	●				⑨					
Endliche einfache Gruppen					⑥		●	●	●	●	●				⑥					
Erweiterung der Analysis																				
Fachdidaktikseminare					④															
Funktionentheorie				●		●	●	●	●	●	●				⑨					
Futures and Options					⑥		●	●	●	●	●				⑥					
Hidden-Markov-Modelle					⑥		●	●	●	●	●				⑥					
Lernen durch Lehren					③										③					
Lineare Algebra I	●																			
Kombinatorik				●		●	●	●	●	●	●				⑨					
Modelltheorie				●		●	●	●	●	●	●				⑨					
Nichtlineare Funktionalanalysis				○			●	●	●	●	●				⑨					
Numerical Optimization (mit Projekt)				●		●	●	●	●	●	●				⑨					
Numerical Optimization (ohne Projekt)					⑥		●	●	●	●	●				⑥					
Numerik I	●																			
One-Dimensional Diffusions and Stochastic Differential Equations					⑥		●	●	●	●	●				⑥					
Praktische Übung zu „Einführung in Theorie und Numerik...“					③										③					
Praktische Übung zu „Numerik“ (zweistsemestrig)	●														③					
Praktische Übung zu „Stochastik“					③										③					
Proseminare	●																			
Seminare	○			●											⑥					
Stochastik I	●																			
Topics in elliptic partial differential equations					⑥		●	●	●	●	●				⑥					
Variationsrechnung				○			●	●	●	●	●				⑨					
Wahrscheinlichkeitstheorie II – Stochastische Prozesse				●			●	●	●	●	●				⑨					
Wissenschaftliches Arbeiten																				

● Pflicht oder typisch/gut geeignet ○, ● nur als Hälfte bzw. Viertel des Moduls (im MSc nur nach Absprache) ○ möglich (Vorkenntnisse beachten!)  
 Zahl = Anzahl der ECTS-Punkte \* / \*\* gilt auch für M.Ed. als Erweiterungsfach (90 und 120 ECTS-Punkte / nur 120 ECTS-Punkte)

# Arbeitsgebiete für Abschlussarbeiten

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

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

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 Mildenerger</b>	Mathematische Logik, darin insbesondere: Mengenlehre und unendliche Kombinatorik
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
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

Auf <https://www.math.uni-freiburg.de/forschung/index.html> sind die Arbeitsgebiete näher beschrieben.

# 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 *Schifflände* (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 2023/24 ist es: **Arithmétique et Géométrie Algébrique**.

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 [annette.huber@math.uni-freiburg.de](mailto:annette.huber@math.uni-freiburg.de)

in Straßburg: Prof. Carlo Gasbarri, Koordinator des M2 [gasbarri@math.unistra.fr](mailto:gasbarri@math.unistra.fr)  
oder die jeweiligen Kursverantwortlichen.

# 4-stündige Vorlesungen

---

---

# Algebra und Zahlentheorie

4-stündige Vorlesung mit 2-stündiger Übung

Stefan Kebekus, Assistenz: Andreas Demleitner

Vorlesung: Mo, Mi 8–10, HS Weismann-Haus

Übung: verschiedene Termine

---

## Inhalt:

siehe Modulhandbuch

## Erforderliche Vorkenntnisse:

Lineare Algebra I und II

## Bemerkungen:

Für das Modul „Einführung in die Algebra und Zahlentheorie“ im M.Ed.-Erweiterungsstudiengang mit 90 ECTS-Punkten ist nur der erste Teil der Veranstaltung bis Weihnachten verpflichtend.

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Studiengang:	Bachelor of Science (PO 2012, PO 2021)
Modul:	<b>Vorlesung mit Übung A–C / Wahlpflichtmodul Mathematik</b> (9 ECTS)
Prüfungsleistung:	Klausur ( <i>Dauer: ein- bis dreistündig</i> ) Anmeldung der Prüfung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Studienleistungen:	Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Mindestens 2-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Bemerkungen:	Deckt die Bedingung ab, dass im B.Sc.-Studiengang eine der Vorlesungen mit Übungen A–C aus der Reinen Mathematik stammen muss.
Studiengänge:	Master of Education als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten (PO 2021) Zwei-Hauptfächer-Bachelor (PO 2021)
Modul:	<b>Algebra und Zahlentheorie</b> (9 ECTS)
Prüfungsleistung:	Klausur ( <i>Dauer: ein- bis dreistündig</i> ) Anmeldung der Prüfung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Studienleistungen:	Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Mindestens 2-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .

---

Studiengang:	Master of Education als Erweiterungsfach mit 90 ECTS-Punkten (PO 2021)
Modul:	<b>Einführung in die Algebra und Zahlentheorie</b> (5 ECTS)
Prüfungsleistung:	Mündliche Prüfung über den Vorlesungsstoff bis Weihnachten ( <i>Dauer: ca. 30 Minuten</i> ) Anmeldung der Prüfung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Studienleistungen:	Erreichen von mindestens 50 % der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Mindestens 2-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
<hr/>	
Studiengang:	Master of Science (PO 2014)
Modul:	<b>Reine Mathematik</b> (11 ECTS)
Prüfungsleistung:	Mündliche Abschlussprüfung über alle Teile des Moduls ( <i>Dauer: ca. 30 Minuten, im Vertiefungsmodul ca. 45 Minuten</i> ) Anmeldung der Prüfung schriftlich im Prüfungsamt bis spätestens drei Wochen vor dem mit Prüfer:in vereinbarten Prüfungstermin.
Studienleistungen:	Bestehen der Klausur Erreichen von mindestens 50 % der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Mindestens 2-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Registrierungen der Studienleistungen (Übung und Klausur) online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
<hr/>	
Studiengang:	Master of Science (PO 2014)
Modul:	<b>Wahlmodul</b> (9 ECTS)
Prüfungsleistung:	keine
Studienleistungen:	Bestehen der Klausur Erreichen von mindestens 50 % der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Mindestens 2-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Registrierungen der Studienleistungen (Übung und Klausur) online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .

---

---

# Algebraische Topologie

4-stündige Vorlesung mit 2-stündiger Übung

Sebastian Goette, Assistenz: Jonas Schnitzer

Vorlesung: Mo, Mi 14–16, HS II

Übung: Termin wird noch festgelegt

Webseite: <https://home.mathematik.uni-freiburg.de/geometrie/lehre/ws2023/AlgTop/>

---

## Inhalt:

Wir untersuchen verschiedene geometrische Objekte mit topologischen und algebraischen Methoden. Typische Fragen sind

- Gibt es (topologische) Räume mit den Eigenschaften ...?
- Gibt es (stetige) Abbildungen von  $X$  nach  $Y$  mit den Eigenschaften ...?
- Sind zwei gegebene Räume oder Abbildungen in einem gewissen Sinne „gleich“?

Methoden der algebraischen Topologie werden in vielen Bereichen der Mathematik, insbesondere in der Geometrie eingesetzt.

In der Vorlesung betrachten wir als erstes Homotopiegruppen. Als Anwendungen erhalten wir einige klassische Sätze, zum Beispiel den Brouwerschen Fixpunktsatz. Homotopiegruppen sind zwar sehr mächtige Invarianten, in der Praxis aber nicht einfach zu bestimmen.

Im Vergleich dazu lassen sich Homologie- und Kohomologiegruppen gut axiomatisch charakterisieren und berechnen, sind aber etwas schwerer zu konstruieren. Wir wollen diese Invarianten in einer Sprache beschreiben, die sich später auch für andere topologische Konstruktionen wie  $K$ -Theorie und Kobordismus benutzen lässt.

Bei Interesse wird die Vorlesung im SS 2024 fortgesetzt. Wir werden dann unter anderem Poincaré-Dualität für topologische Mannigfaltigkeiten kennenlernen.

## Literatur:

- (1) tom Dieck: *Algebraic Topology*, EMS Textbooks in Mathematics, EMS, Zürich, 2008.
- (2) A. Hatcher: *Algebraic Topology*, Cambridge University Press, 2002  
<http://www.math.cornell.edu/~hatcher/AT/ATpage.html>

## Erforderliche Vorkenntnisse:

Topologie

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Studiengang:	Bachelor of Science (PO 2012, PO 2021)
Modul:	<b>Vorlesung mit Übung A–C / Wahlpflichtmodul Mathematik</b> (9 ECTS)
Studiengänge:	Master of Education (PO 2018) Master of Education als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten (PO 2021)
Modul:	<b>Mathematische Vertiefung</b> (9 ECTS)
Prüfungsleistung:	Mündliche Prüfung ( <i>Dauer: ca. 30 Minuten</i> ) Im B.Sc.: Anmeldung der Prüfung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> . Im M.Ed.: Anmeldung der Prüfung schriftlich im Prüfungsamt bis spätestens drei Wochen vor dem mit Prüfer:in vereinbarten Prüfungstermin.
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Erreichen von mindestens 33,3% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Mindestens 2-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Bemerkungen:	Deckt die Bedingung ab, dass im B.Sc.-Studiengang eine der Vorlesungen mit Übungen A–C aus der Reinen Mathematik stammen muss.
<hr/>	
Studiengang:	Master of Science (PO 2014)
Modul:	<b>Reine Mathematik</b> (11 ECTS)
Modul:	<b>Mathematik</b> (11 ECTS)
Teil des Moduls:	<b>Vertiefungsmodul</b> (21 ECTS)
Prüfungsleistung:	Mündliche Abschlussprüfung über alle Teile des Moduls ( <i>Dauer: ca. 30 Minuten, im Vertiefungsmodul ca. 45 Minuten</i> ) Anmeldung der Prüfung schriftlich im Prüfungsamt bis spätestens drei Wochen vor dem mit Prüfer:in vereinbarten Prüfungstermin.
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Erreichen von mindestens 33,3% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Mindestens 2-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .

Studiengänge:	Master of Science (PO 2014) Zwei-Hauptfächer-Bachelor – Option „Individuelle Studiengestaltung“
Modul:	<b>Wahlmodul</b> (9 ECTS)
Prüfungsleistung:	keine
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Erreichen von mindestens 33,3% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Mindestens 2-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .

---

---

---

---

# Analysis I

4-stündige Vorlesung mit 2-stündiger Übung

Patrick Dondl, Assistenz: Coffi Aristide Hounkpe

Vorlesung: Di, Mi 8–10, HS Rundbau

Übung: verschiedene Termine

---

## 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, Riemannsches Integral.

## Erforderliche Vorkenntnisse:

Oberstufenmathematik.

Der Besuch des Vorkurses wird empfohlen.

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

- Studiengänge: Bachelor of Science (PO 2021)  
Master of Education als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten (PO 2021)  
Master of Education als Erweiterungsfach mit 90 ECTS-Punkten (PO 2021)  
Zwei-Hauptfächer-Bachelor (PO 2021)
- Teil des Moduls: **Analysis I+II bzw. Analysis** (18 ECTS)
- Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung über Analysis I+II (*Dauer: ca. 30 Minuten*)  
Die bestandene Klausur zu Analysis I und die bestandene Übung zu Analysis II sind Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung.  
Anmeldung der Prüfung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende des Semesters, nach dem die Prüfung abgelegt werden soll. Genaue Daten siehe <https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html>.
- Studienleistungen: Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert).  
Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können.  
Mindestens 2-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat.  
Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können.  
Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende.  
Genaue Daten siehe <https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html>.
-

Studiengang:	Bachelor of Science (PO 2012)
Modul:	<b>Analysis I</b> (9 ECTS)
Prüfungsleistung:	Mündliche Prüfung über Analysis I–III ( <i>Dauer: ca. 30 Minuten</i> ) Die bestandenen Klausuren zu Analysis I und II und die bestandene Übung zu Analysis III sind Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung. Anmeldung der Prüfung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende des Semesters, nach dem die Prüfung abgelegt werden soll.. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Erreichen von mindestens 50 % der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Mindestens 2-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Bestehen der Klausur  Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .

---

---

## Analysis III

4-stündige Vorlesung mit 2-stündiger Übung

Wolfgang Soergel, Assistenz: Giovanni Zaccanelli

Vorlesung: Di, Do 10–12, HS Weismann-Haus

Übung: verschiedene Termine

Webseite: <https://home.mathematik.uni-freiburg.de/soergel/ws2324ana3.html>

---

### Inhalt:

Lebesgue-Maß und Maßtheorie, Lebesgue-Integral auf Maßräumen und Satz von Fubini, Fourier-Reihen und Fourier-Transformation, Hilbert-Räume.

Differentialformen, ihre Integration und äußere Ableitung. Satz von Stokes und Satz von Gauß.

### Literatur:

Skript zur Vorlesung, siehe Webseite

### Erforderliche Vorkenntnisse:

Analysis I+II, Lineare Algebra I

### Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Studiengang: Bachelor of Science (PO 2021)

Modul: **Analysis III** (9 ECTS)

Prüfungsleistung: Klausur (*Dauer: ein- bis dreistündig*)

Anmeldung der Prüfung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html>.

Studienleistungen: Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Mindestens 2-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können.

Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html>.

---

Studiengang:	Bachelor of Science (PO 2012)
Modul:	<b>Analysis III</b> (9 ECTS)
Prüfungsleistung:	Mündliche Prüfung über Analysis I–III ( <i>Dauer: ca. 30 Minuten</i> ) Die bestandenen Klausuren zu Analysis I und II und die bestandene Übung zu Analysis III sind Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung. Anmeldung der Prüfung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende des Semesters, nach dem die Prüfung abgelegt werden soll.. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Erreichen von mindestens 50 % der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Mindestens 2-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
<hr/>	
Studiengänge:	Master of Education (PO 2018) Master of Education als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten (PO 2021)
Modul:	<b>Mathematische Vertiefung</b> (9 ECTS)
Prüfungsleistung:	Mündliche Prüfung ( <i>Dauer: ca. 30 Minuten</i> ) Anmeldung der Prüfung schriftlich im Prüfungsamt bis spätestens drei Wochen vor dem mit Prüfer:in vereinbarten Prüfungstermin.
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Erreichen von mindestens 50 % der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Mindestens 2-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
<hr/>	
Studiengang:	Zwei-Hauptfächer-Bachelor – Option „Individuelle Studiengestaltung“
Modul:	<b>Wahlmodul</b> (9 ECTS)
Prüfungsleistung:	keine
Studienleistungen:	Bestehen der Klausur Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Erreichen von mindestens 50 % der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Mindestens 2-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Registrierungen der Studienleistungen (Übung und Klausur) online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .

---

---

# Die Geometrie der metrischen Räume

4-stündige Vorlesung mit 2-stündiger Übung

Christian Ketterer

Vorlesung: Mo, Mi 8–10, HS II

Übung: Termin wird noch festgelegt

---

## Inhalt:

Allgemeine metrische Räume spielen eine bedeutende Rolle in der modernen Differentialgeometrie und auch in vielen anderen mathematischen Disziplinen. In der Differentialgeometrie erscheinen sie zum Beispiel als singuläre Grenzwerte von Folgen Riemannscher Mannigfaltigkeiten oder als Quotientenräume.

Das Ziel der Vorlesung ist es, geometrische Methoden und Konzepte zu entwickeln, mit denen wir die globale und lokale Geometrie metrischer Räume untersuchen und Ergebnisse aus der glatten Differentialgeometrie in einen metrischen Kontext verallgemeinern können.

Wir beginnen mit einer Einführung in Längenträume und intrinsische metrische Räume, in denen die Vorstellung von Abstand mit einem Konzept von kürzesten Wegen kombiniert wird. Eine wichtige Klasse von metrischen Räumen, die wir dann erkunden werden, sind sogenannte Alexandrov-Räume. Ein Alexandrov-Raum ist ein metrischer Raum, der eine obere (oder untere) synthetische Krümmungsschranke besitzt, wobei „synthetisch“ bedeutet, dass sie nicht von einer zugrunde liegenden glatten Struktur abhängt. Diese Klasse umfasst unter anderem die Menge der Riemannschen Mannigfaltigkeiten mit einer oberen (oder unteren) Schnittkrümmungsschranke.

Darüber hinaus werden wir uns auf die Frage konzentrieren, wie man abstrakte metrische Räume, die nicht unbedingt in einen „externen“ Raum eingebettet sind, vergleichen kann. Um dieses Problem anzugehen, entwickeln wir unter anderem den Gromov-Hausdorff-Abstand, einen Abstand zwischen metrischen Räumen in der Klasse aller metrischen Räume.

Weitere Themen der Vorlesung umfassen: den Satz von Hopf-Rinow für metrische Räume, Kegel und Suspensionen, die erste Variation, Alexandrovs Lemma, punktweise Gromov-Hausdorff-Konvergenz, Gromovs Kompaktheitssatz, Tangentialkegel, der Splitting-Satz, metrische Maßräume, messbare Gromov-Hausdorff-Konvergenz.

Die Vorlesung kann im Anschluss an die Vorlesung Riemannsche Geometrie aus dem Sommersemester gehört werden. Vorwissen in Riemannschen Geometrie oder in Differentialgeometrie ist aber nicht notwendig.

## Literatur:

- (1) D. Burago, Y. Burago, S. Ivanov: *A Course in Metric Geometry*
- (2) M. Gromov: *Metric Structures for Riemannian and non-Riemannian spaces*

## Erforderliche Vorkenntnisse:

notwendig: Analysis I-III

nützlich: Vorkenntnisse aus der Topologie

## Bemerkungen:

Die Vorlesung wird bei Bedarf auf Englisch gehalten.

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Studiengang:	Bachelor of Science (PO 2012, PO 2021)
Modul:	<b>Vorlesung mit Übung A–C / Wahlpflichtmodul Mathematik</b> (9 ECTS)
Studiengänge:	Master of Education (PO 2018) Master of Education als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten (PO 2021)
Modul:	<b>Mathematische Vertiefung</b> (9 ECTS)
Prüfungsleistung:	Mündliche Prüfung ( <i>Dauer: ca. 30 Minuten</i> ) Im B.Sc.: Anmeldung der Prüfung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> . Im M.Ed.: Anmeldung der Prüfung schriftlich im Prüfungsamt bis spätestens drei Wochen vor dem mit Prüfer:in vereinbarten Prüfungstermin.
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Mindestens 2-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Bemerkungen:	Deckt die Bedingung ab, dass im B.Sc.-Studiengang eine der Vorlesungen mit Übungen A–C aus der Reinen Mathematik stammen muss.
<hr/>	
Studiengang:	Master of Science (PO 2014)
Modul:	<b>Reine Mathematik</b> (11 ECTS)
Modul:	<b>Mathematik</b> (11 ECTS)
Teil des Moduls:	<b>Vertiefungsmodul</b> (21 ECTS)
Prüfungsleistung:	Mündliche Abschlussprüfung über alle Teile des Moduls ( <i>Dauer: ca. 30 Minuten, im Vertiefungsmodul ca. 45 Minuten</i> ) Anmeldung der Prüfung schriftlich im Prüfungsamt bis spätestens drei Wochen vor dem mit Prüfer:in vereinbarten Prüfungstermin.
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Mindestens 2-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .

Studiengänge:	Master of Science (PO 2014) Zwei-Hauptfächer-Bachelor – Option „Individuelle Studiengestaltung“
Modul:	<b>Wahlmodul</b> (9 ECTS)
Prüfungsleistung:	keine
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Mindestens 2-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .

---

---

---

---

# Differentialgeometrie

4-stündige Vorlesung mit 2-stündiger Übung

Nadine Große, Assistenz: S. Stegemeyer

Vorlesung: Di, Do 10–12, HS II

Übung: Termin wird noch festgelegt

---

## Inhalt:

Die Differentialgeometrie untersucht geometrische Eigenschaften gekrümmter Räume mit Methoden der Differentialrechnung. Sie hat Anwendungen in anderen Bereichen der Mathematik und in der Physik, etwa in der theoretischen Mechanik und der Relativitätstheorie.

In der Vorlesung wird eine Einführung in die (Semi-)Riemannsche Geometrie gegeben. Hier werden insbesondere Geodätische und der Riemannsche Krümmungstensor im Mittelpunkt stehen.

## Literatur:

- (1) Barrett O'Neill: *Semi-Riemannian Geometry with Applications to Relativity*, Academic Press, 1983.
- (2) J.M. Lee: *Introduction to Smooth Manifolds*, Springer, 2003.
- (3) M.P. do Carmo: *Riemannian Geometry*, Birkhäuser, 1992

## Erforderliche Vorkenntnisse:

notwendig: Analysis I–III, Lineare Algebra I+II

nützlich: Kurven und Flächen, Topologie

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Studiengang:	Bachelor of Science (PO 2012, PO 2021)
Modul:	<b>Vorlesung mit Übung A–C / Wahlpflichtmodul Mathematik (9 ECTS)</b>
Studiengänge:	Master of Education (PO 2018) Master of Education als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten (PO 2021)
Modul:	<b>Mathematische Vertiefung (9 ECTS)</b>
Prüfungsleistung:	Mündliche Prüfung ( <i>Dauer: ca. 30 Minuten</i> ) Im B.Sc.: Anmeldung der Prüfung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> . Im M.Ed.: Anmeldung der Prüfung schriftlich im Prüfungsamt bis spätestens drei Wochen vor dem mit Prüfer:in vereinbarten Prüfungstermin.
Studienleistungen:	Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Bemerkungen:	Deckt die Bedingung ab, dass im B.Sc.-Studiengang eine der Vorlesungen mit Übungen A–C aus der Reinen Mathematik stammen muss.

---

Studiengang:	Master of Science (PO 2014)
Modul:	<b>Reine Mathematik</b> (11 ECTS)
Modul:	<b>Mathematik</b> (11 ECTS)
Teil des Moduls:	<b>Vertiefungsmodul</b> (21 ECTS)
Prüfungsleistung:	Mündliche Abschlussprüfung über alle Teile des Moduls ( <i>Dauer: ca. 30 Minuten, im Vertiefungsmodul ca. 45 Minuten</i> ) Anmeldung der Prüfung schriftlich im Prüfungsamt bis spätestens drei Wochen vor dem mit Prüfer:in vereinbarten Prüfungstermin.
Studienleistungen:	Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genauere Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
<hr/>	
Studiengänge:	Master of Science (PO 2014) Zwei-Hauptfächer-Bachelor – Option „Individuelle Studiengestaltung“
Modul:	<b>Wahlmodul</b> (9 ECTS)
Prüfungsleistung:	keine
Studienleistungen:	Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genauere Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .

---

---

---

# Einführung in Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen (Introduction to Theory and Numerics of Partial Differential Equations)

4-stündige Vorlesung mit 2-stündiger Übung

*Diyora Salimova, Assistenz: Mario Keller*

Vorlesung: Mo, Mi 12–14, SR 226

Übung: Termin wird noch festgelegt

---

## Inhalt:

The aim of this course, which is taught in English, is to give an introduction into theory of linear partial differential equations and their finite difference as well as finite element approximations. Finite element methods for approximating partial differential equations have reached a high degree of maturity, and are an indispensable tool in science and technology. We provide an introduction to the construction, analysis, and implementation of finite element methods for different model problems. We will address elementary properties of linear partial differential equations along with their basic numerical approximation, the functional-analytical framework for rigorously establishing existence of solutions, and the construction and analysis of basic finite element methods.

## Literatur:

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

## Erforderliche Vorkenntnisse:

notwendig: Analysis I+II, Lineare Algebra I+II und Kenntnisse höherdimensionale Integration aus Analysis III oder Erweiterung der Analysis

nützlich: Numerik für Differentialgleichungen, Funktionalanalysis

## Bemerkungen:

Die Veranstaltung findet auf Englisch statt.

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Studiengang: Bachelor of Science (PO 2012, PO 2021)

Modul: **Vorlesung mit Übung A–C / Wahlpflichtmodul Mathematik (9 ECTS)**

Prüfungsleistung: Klausur (*Dauer: ein- bis dreistündig*)

Anmeldung der Prüfung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html>.

Studienleistungen: Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Mindestens 2-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html>.

---

Studiengänge:	Master of Education (PO 2018) Master of Education als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten (PO 2021)
Modul:	<b>Mathematische Vertiefung</b> (9 ECTS)
Prüfungsleistung:	Mündliche Prüfung ( <i>Dauer: ca. 30 Minuten</i> ) Im B.Sc.: Anmeldung der Prüfung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> . Im M.Ed.: Anmeldung der Prüfung schriftlich im Prüfungsamt bis spätestens drei Wochen vor dem mit Prüfer:in vereinbarten Prüfungstermin.
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Erreichen von mindestens 50 % der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Mindestens 2-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
<hr/>	
Studiengang:	Master of Science (PO 2014)
Modul:	<b>Angewandte Mathematik</b> (11 ECTS)
Modul:	<b>Mathematik</b> (11 ECTS)
Teil des Moduls:	<b>Vertiefungsmodul</b> (21 ECTS)
Prüfungsleistung:	Mündliche Abschlussprüfung über alle Teile des Moduls ( <i>Dauer: ca. 30 Minuten, im Vertiefungsmodul ca. 45 Minuten</i> ) Anmeldung der Prüfung schriftlich im Prüfungsamt bis spätestens drei Wochen vor dem mit Prüfer:in vereinbarten Prüfungstermin.
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Erreichen von mindestens 50 % der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Mindestens 2-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
<hr/>	
Studiengänge:	Master of Science (PO 2014) Zwei-Hauptfächer-Bachelor – Option „Individuelle Studiengestaltung“
Modul:	<b>Wahlmodul</b> (9 ECTS)
Prüfungsleistung:	keine
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Erreichen von mindestens 50 % der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Mindestens 2-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .

---

---

# Funktionentheorie

4-stündige Vorlesung mit 2-stündiger Übung

Annette Huber-Klawitter, Assistenz: Andreas Demleitner

Vorlesung: Di, Do 8–10, HS II

Übung: Termin wird noch festgelegt

---

## Inhalt:

Die Funktionentheorie beschäftigt sich mit Funktionen  $f : \mathbb{C} \rightarrow \mathbb{C}$ , die komplexe Zahlen auf komplexe Zahlen abbilden. Viele Konzepte der Analysis I lassen sich direkt auf diesen Fall übertragen, z. B. die Definition der Differenzierbarkeit. Man würde vielleicht erwarten, dass sich dadurch eine zur Analysis I analoge Theorie entwickelt, doch viel mehr ist wahr: Man erhält eine in vielerlei Hinsicht elegantere und einfachere Theorie. Beispielsweise impliziert die komplexe Differenzierbarkeit auf einer offenen Menge, dass eine Funktion sogar unendlich oft differenzierbar ist, und dies stimmt weiter mit Analytizität überein. Für reelle Funktionen sind alle diese Begriffe unterschiedlich. Doch auch einige neue Ideen sind notwendig: Für reelle Zahlen  $a, b$  integriert man für

$$\int_a^b f(x) dx$$

über die Elemente des Intervalls  $[a, b]$  bzw.  $[b, a]$ . Sind  $a, b$  jedoch komplexe Zahlen, ist nicht mehr so klar, wie man ein solches Integral auffassen soll. Man könnte z. B. in den komplexen Zahlen entlang der Strecke, die  $a, b \in \mathbb{C}$  verbindet, integrieren, oder aber entlang einer anderen Kurve, die von  $a$  nach  $b$  führt. Führt dies zu einem wohldefinierten Integralbegriff oder hängt ein solches Kurvenintegral von der Wahl der Kurve ab?

## Literatur:

- (1) L. Ahlfors: *Complex analysis*
- (2) W. Fischer: *Funktionentheorie*
- (3) E. Freitag, R. Busam: *Funktionentheorie*
- (4) K. Jänich: *Funktionentheorie*
- (5) W. Rudin: *Real and Complex Analysis*
- (6) J.B. Conway: *Functions of one complex variable*
- (7) S. Lang: *Complex analysis*

## Erforderliche Vorkenntnisse:

Analysis I+II, Lineare Algebra I

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Studiengang:	Bachelor of Science (PO 2012, PO 2021)
Modul:	<b>Vorlesung mit Übung A–C / Wahlpflichtmodul Mathematik</b> (9 ECTS)
Prüfungsleistung:	Klausur ( <i>Dauer: ein- bis dreistündig</i> ) Anmeldung der Prüfung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Studienleistungen:	Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Mindestens 2-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Bemerkungen:	Deckt die Bedingung ab, dass im B.Sc.-Studiengang eine der Vorlesungen mit Übungen A–C aus der Reinen Mathematik stammen muss.

---

Studiengänge:	Master of Education (PO 2018) Master of Education als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten (PO 2021)
Modul:	<b>Mathematische Vertiefung</b> (9 ECTS)
Prüfungsleistung:	Mündliche Prüfung ( <i>Dauer: ca. 30 Minuten</i> ) Anmeldung der Prüfung schriftlich im Prüfungsamt bis spätestens drei Wochen vor dem mit Prüfer:in vereinbarten Prüfungstermin.
Studienleistungen:	Erreichen von mindestens 50 % der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Mindestens 2-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
<hr/>	
Studiengang:	Master of Science (PO 2014)
Modul:	<b>Reine Mathematik</b> (11 ECTS)
Prüfungsleistung:	Mündliche Abschlussprüfung über alle Teile des Moduls ( <i>Dauer: ca. 30 Minuten, im Vertiefungsmodul ca. 45 Minuten</i> ) Anmeldung der Prüfung schriftlich im Prüfungsamt bis spätestens drei Wochen vor dem mit Prüfer:in vereinbarten Prüfungstermin.
Studienleistungen:	Bestehen der Klausur Erreichen von mindestens 50 % der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Mindestens 2-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Registrierungen der Studienleistungen (Übung und Klausur) online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
<hr/>	
Studiengänge:	Master of Science (PO 2014) Zwei-Hauptfächer-Bachelor – Option „Individuelle Studiengestaltung“
Modul:	<b>Wahlmodul</b> (9 ECTS)
Prüfungsleistung:	keine
Studienleistungen:	Bestehen der Klausur Erreichen von mindestens 50 % der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Mindestens 2-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Registrierungen der Studienleistungen (Übung und Klausur) online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .

---

# Kombinatorik

4-stündige Vorlesung mit 2-stündiger Übung

Heike Mildenerger, Assistenz: Hannes Jakob

Vorlesung: Mo, Mi 10–12, HS II

Übung: Termin wird noch festgelegt

Webseite: <https://home.mathematik.uni-freiburg.de/mildenerger/veranstaltungen/ws23/kombinatorik.html>

---

## Inhalt:

Gegenstand der Kombinatorik-Vorlesung werden endliche und abzählbare Strukturen sein. Wir werden uns hauptsächlich mit der Existenz interessanter Konfigurationen aus der Graphentheorie und aus der Gruppentheorie beschäftigen. Auch die probabilistische Methode für Existenzbeweise soll vorgestellt werden.

Ein Augenmerk liegt auf kombinatorischen Resultaten, die als wesentliche Bausteine zur Lösung alter Probleme über dichte Teilmengen der natürlichen Zahlen und aus der Klassifikationstheorie beitragen, wie zum Beispiel Szemerédi's Regularitätslemma.

Ein Skript zur Vorlesung ist geplant.

## Literatur:

- (1) Noga Alon, Joel H. Spencer: *The probabilistic method*. Fourth edition. Wiley Series in Discrete Mathematics and Optimization. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, 2016. xiv+375 pp.
- (2) C. Berge: *Principles of combinatorics*. Translated from the French Mathematics in Science and Engineering, Vol. 72 Academic Press, New York-London 1971 viii+176 pp.
- (3) Peter J. Cameron: *Combinatorics: topics, techniques, algorithms*. Cambridge University Press, Cambridge, 1994. x+355 pp.
- (4) Reinhard Diestel: *Graph theory*. Fifth edition. Graduate Texts in Mathematics, 173. Springer, Berlin, 2017. xviii+428 pp.
- (5) László Lovász, Michael D. Plummer: *Matching theory*. Corrected reprint of the 1986 original. AMS Chelsea Publishing, Providence, RI, 2009. xxxiv+554 pp.
- (6) G. Polya: *How to solve it. A new aspect of mathematical method*. With a foreword by John H. Conway. Reprint of the second (2004) edition. Princeton Science Library. Princeton University Press, Princeton, NJ, 2014. xxviii+253 pp.

## Erforderliche Vorkenntnisse:

Grundvorlesungen in Linearer Algebra und Analysis

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Studiengang:	Bachelor of Science (PO 2012, PO 2021)
Modul:	<b>Vorlesung mit Übung A–C / Wahlpflichtmodul Mathematik</b> (9 ECTS)
Studiengänge:	Master of Education (PO 2018) Master of Education als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten (PO 2021)
Modul:	<b>Mathematische Vertiefung</b> (9 ECTS)
Prüfungsleistung:	Mündliche Prüfung ( <i>Dauer: ca. 30 Minuten</i> ) Im B.Sc.: Anmeldung der Prüfung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> . Im M.Ed.: Anmeldung der Prüfung schriftlich im Prüfungsamt bis spätestens drei Wochen vor dem mit Prüfer:in vereinbarten Prüfungstermin.
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Regelmäßige Bearbeitung der Übungsaufgaben und Mitarbeit im Tutorat. Bestehen des Take-Home-Exams. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Bemerkungen:	Deckt die Bedingung ab, dass im B.Sc.-Studiengang eine der Vorlesungen mit Übungen A–C aus der Reinen Mathematik stammen muss.
<hr/>	
Studiengang:	Master of Science (PO 2014)
Modul:	<b>Reine Mathematik</b> (11 ECTS)
Modul:	<b>Mathematik</b> (11 ECTS)
Teil des Moduls:	<b>Vertiefungsmodul</b> (21 ECTS)
Prüfungsleistung:	Mündliche Abschlussprüfung über alle Teile des Moduls ( <i>Dauer: ca. 30 Minuten, im Vertiefungsmodul ca. 45 Minuten</i> ) Anmeldung der Prüfung schriftlich im Prüfungsamt bis spätestens drei Wochen vor dem mit Prüfer:in vereinbarten Prüfungstermin.
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Regelmäßige Bearbeitung der Übungsaufgaben und Mitarbeit im Tutorat. Bestehen des Take-Home-Exams. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
<hr/>	
Studiengänge:	Master of Science (PO 2014) Zwei-Hauptfächer-Bachelor – Option „Individuelle Studiengestaltung“
Modul:	<b>Wahlmodul</b> (9 ECTS)
Prüfungsleistung:	keine
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Regelmäßige Bearbeitung der Übungsaufgaben und Mitarbeit im Tutorat. Bestehen des Take-Home-Exams. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .

---

---

---

---

# Lineare Algebra I

4-stündige Vorlesung mit 2-stündiger Übung

Angelika Rohde, Assistenz: Johannes Brutsche

Vorlesung: Mo, Do 8–10, HS Rundbau

Übung: verschiedene Termine

---

## 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.

## Erforderliche Vorkenntnisse:

Oberstufenmathematik. Der Besuch des Vorkurses wird empfohlen.

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

- Studiengänge: Bachelor of Science (PO 2021)  
Master of Education als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten (PO 2021)  
Zwei-Hauptfächer-Bachelor (PO 2021)
- Teil des Moduls: **Lineare Algebra** (18 ECTS)
- Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung über Lineare Algebra I+II (*Dauer: ca. 30 Minuten*)  
Die bestandene Klausur zu Lineare Algebra I und die bestandene Übung zu Lineare Algebra II sind Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung.  
Anmeldung der Prüfung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende des Semesters, nach dem die Prüfung abgelegt werden soll.. Genaue Daten siehe <https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html>.
- Studienleistungen: Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert).  
Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können.  
Mindestens 1-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat.  
Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können.  
Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende.  
Genaue Daten siehe <https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html>.
-

Studiengang:	Bachelor of Science (PO 2012)
Modul:	<b>Lineare Algebra II</b> (9 ECTS)
Prüfungsleistung:	Mündliche Prüfung über Lineare Algebra I+II ( <i>Dauer: ca. 30 Minuten</i> ) Die bestandene Klausur zu Lineare Algebra I und die bestandene Übung zu Lineare Algebra II sind Zulassungsvoraussetzungen zur Prüfung. Anmeldung der Prüfung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende des Semesters, nach dem die Prüfung abgelegt werden soll.. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Erreichen von mindestens 50 % der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Mindestens 1-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Studiengang:	Master of Education als Erweiterungsfach mit 90 ECTS-Punkten (PO 2021)
Teil des Moduls:	<b>Lineare Algebra</b> (15 ECTS)
Prüfungsleistung:	keine
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Erreichen von mindestens 50 % der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Mindestens 1-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .

---

---

# Modelltheorie (Model Theory)

4-stündige Vorlesung mit 2-stündiger Übung

Francesco Gallinaro

Vorlesung: Di, Do 12–14, HS II

Übung: Termin wird noch festgelegt

Webseite: [https://fgallinaro.github.io/modelltheorie\\_1\\_2324](https://fgallinaro.github.io/modelltheorie_1_2324)

---

## 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:

(1) B. Poizat: *A Course in Model Theory*, Springer, 2000.

Available online at <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4419-8622-1>

(2) K. Tent, M. Ziegler: *A Course in Model Theory*, Cambridge University Press, 2012.

## Erforderliche Vorkenntnisse:

notwendig: Mathematische Logik

nützlich: Algebra und Zahlentheorie

## Bemerkungen:

Die Veranstaltung findet auf Englisch statt.

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Studiengang:	Bachelor of Science (PO 2012, PO 2021)
Modul:	<b>Vorlesung mit Übung A–C / Wahlpflichtmodul Mathematik</b> (9 ECTS)
Studiengänge:	Master of Education (PO 2018) Master of Education als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten (PO 2021)
Modul:	<b>Mathematische Vertiefung</b> (9 ECTS)
Prüfungsleistung:	Mündliche Prüfung ( <i>Dauer: ca. 30 Minuten</i> ) Im B.Sc.: Anmeldung der Prüfung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> . Im M.Ed.: Anmeldung der Prüfung schriftlich im Prüfungsamt bis spätestens drei Wochen vor dem mit Prüfer:in vereinbarten Prüfungstermin.
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Mindestens 2-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Bemerkungen:	Deckt die Bedingung ab, dass im B.Sc.-Studiengang eine der Vorlesungen mit Übungen A–C aus der Reinen Mathematik stammen muss.
<hr/>	
Studiengang:	Master of Science (PO 2014)
Modul:	<b>Reine Mathematik</b> (11 ECTS)
Modul:	<b>Mathematik</b> (11 ECTS)
Teil des Moduls:	<b>Vertiefungsmodul</b> (21 ECTS)
Prüfungsleistung:	Mündliche Abschlussprüfung über alle Teile des Moduls ( <i>Dauer: ca. 30 Minuten, im Vertiefungsmodul ca. 45 Minuten</i> ) Anmeldung der Prüfung schriftlich im Prüfungsamt bis spätestens drei Wochen vor dem mit Prüfer:in vereinbarten Prüfungstermin.
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Mindestens 2-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .

Studiengänge:	Master of Science (PO 2014) Zwei-Hauptfächer-Bachelor – Option „Individuelle Studiengestaltung“
Modul:	<b>Wahlmodul</b> (9 ECTS)
Prüfungsleistung:	keine
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Mindestens 2-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genauere Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .

---

---

---

---

# Nichtlineare Funktionalanalysis

4-stündige Vorlesung mit 2-stündiger Übung

Michael Růžička

Vorlesung: Mo, Mi 10–12, SR 404

Übung: Termin wird noch festgelegt

---

## Inhalt:

Die Veranstaltung setzt die Vorlesung Funktionalanalysis fort. Die dort untersuchten linearen Probleme sind oft nur Näherungen, wenn auch oft recht gute, der wahren nichtlinearen Probleme. Diese Vorlesung beschäftigt sich mit Fragestellungen der nichtlinearen Funktionalanalysis, d. h. der Untersuchung nichtlinearer Abbildungen zwischen unendlich-dimensionalen Banach-Räumen. In der Vorlesung werden Fixpunktsätze, die Integration und Differentiation in Banach-Räumen, die Theorie monotoner Operatoren und der Abbildungsgrad behandelt. Dabei wird besonders auf die Wechselwirkungen zwischen abstrakter Theorie und konkreten Fragestellungen eingegangen.

## Literatur:

- (1) E. Zeidler: *Nonlinear Functional Analysis and its Applications* (Bände I-III), Springer, 1985–1990.
- (2) M. Růžička: *Nichtlineare Funktionalanalysis*, 2. Auflage, Springer 2020.

## Erforderliche Vorkenntnisse:

notwendig: Funktionalanalysis

nützlich: Partielle Differentialgleichungen

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Studiengang:	Bachelor of Science (PO 2012, PO 2021)
Modul:	<b>Vorlesung mit Übung A–C / Wahlpflichtmodul Mathematik</b> (9 ECTS)
Studiengänge:	Master of Education (PO 2018) Master of Education als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten (PO 2021)
Modul:	<b>Mathematische Vertiefung</b> (9 ECTS)
Prüfungsleistung:	Mündliche Prüfung ( <i>Dauer: ca. 30 Minuten</i> ) Im B.Sc.: Anmeldung der Prüfung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> . Im M.Ed.: Anmeldung der Prüfung schriftlich im Prüfungsamt bis spätestens drei Wochen vor dem mit Prüfer:in vereinbarten Prüfungstermin.
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Mindestens 2-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Bemerkungen:	Deckt die Bedingung ab, dass im B.Sc.-Studiengang eine der Vorlesungen mit Übungen A–C aus der Reinen Mathematik stammen muss.

---

Studiengang:	Master of Science (PO 2014)
Modul:	<b>Angewandte Mathematik</b> (11 ECTS)
Modul:	<b>Reine Mathematik</b> (11 ECTS)
Modul:	<b>Mathematik</b> (11 ECTS)
Teil des Moduls:	<b>Vertiefungsmodul</b> (21 ECTS)
Prüfungsleistung:	Mündliche Abschlussprüfung über alle Teile des Moduls ( <i>Dauer: ca. 30 Minuten, im Vertiefungsmodul ca. 45 Minuten</i> ) Anmeldung der Prüfung schriftlich im Prüfungsamt bis spätestens drei Wochen vor dem mit Prüfer:in vereinbarten Prüfungstermin.
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Mindestens 2-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
<hr/>	
Studiengänge:	Master of Science (PO 2014) Zwei-Hauptfächer-Bachelor – Option „Individuelle Studiengestaltung“
Modul:	<b>Wahlmodul</b> (9 ECTS)
Prüfungsleistung:	keine
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Mindestens 2-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .

---

---

---

# Variationsrechnung

4-stündige Vorlesung mit 2-stündiger Übung

Guofang Wang, Assistenz: Christine Schmidt

Vorlesung: Mo, Mi 14–16, SR 404

Übung: Termin wird noch festgelegt

---

## 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 Minimierern 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:

- (1) M. Struwe: *Variational methods* (Fourth Edition), Springer, 2008.
- (2) J. Jost, X. Li-Jost: *Calculus of Variations*, Cambridge University Press, 1999.

## Erforderliche Vorkenntnisse:

notwendig: Funktionalanalysis

nützlich: Partielle Differentialgleichungen, Numerik partieller Differentialgleichungen

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Studiengang:	Bachelor of Science (PO 2012, PO 2021)
Modul:	<b>Vorlesung mit Übung A–C / Wahlpflichtmodul Mathematik</b> (9 ECTS)
Studiengänge:	Master of Education (PO 2018) Master of Education als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten (PO 2021)
Modul:	<b>Mathematische Vertiefung</b> (9 ECTS)
Prüfungsleistung:	Mündliche Prüfung ( <i>Dauer: ca. 30 Minuten</i> ) Im B.Sc.: Anmeldung der Prüfung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> . Im M.Ed.: Anmeldung der Prüfung schriftlich im Prüfungsamt bis spätestens drei Wochen vor dem mit Prüfer:in vereinbarten Prüfungstermin.
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Mindestens 2-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Bemerkungen:	Deckt die Bedingung ab, dass im B.Sc.-Studiengang eine der Vorlesungen mit Übungen A–C aus der Reinen Mathematik stammen muss.

---

Studiengang:	Master of Science (PO 2014)
Modul:	<b>Reine Mathematik</b> (11 ECTS)
Modul:	<b>Mathematik</b> (11 ECTS)
Teil des Moduls:	<b>Vertiefungsmodul</b> (21 ECTS)
Prüfungsleistung:	Mündliche Abschlussprüfung über alle Teile des Moduls ( <i>Dauer: ca. 30 Minuten, im Vertiefungsmodul ca. 45 Minuten</i> ) Anmeldung der Prüfung schriftlich im Prüfungsamt bis spätestens drei Wochen vor dem mit Prüfer:in vereinbarten Prüfungstermin.
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Mindestens 2-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genauere Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .

---

Studiengänge:	Master of Science (PO 2014) Zwei-Hauptfächer-Bachelor – Option „Individuelle Studiengestaltung“
Modul:	<b>Wahlmodul</b> (9 ECTS)
Prüfungsleistung:	keine
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Mindestens 2-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genauere Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .

---

---

---

# Wahrscheinlichkeitstheorie II – Stochastische Prozesse

4-stündige Vorlesung mit 2-stündiger Übung

Thorsten Schmidt, Assistenz: Moritz Ritter

Vorlesung: Mo, Mi 12–14, HS II

Übung: Termin wird noch festgelegt

---

## Inhalt:

Informationen hierzu liegen bisher noch nicht vor

## Erforderliche Vorkenntnisse:

Informationen hierzu liegen bisher noch nicht vor

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Studiengang:	Bachelor of Science (PO 2012, PO 2021)
Modul:	<b>Vorlesung mit Übung A–C / Wahlpflichtmodul Mathematik</b> (9 ECTS)
Studiengänge:	Master of Education (PO 2018) Master of Education als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten (PO 2021)
Modul:	<b>Mathematische Vertiefung</b> (9 ECTS)
Prüfungsleistung:	Mündliche Prüfung ( <i>Dauer: ca. 30 Minuten</i> ) Im B.Sc.: Anmeldung der Prüfung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> . Im M.Ed.: Anmeldung der Prüfung schriftlich im Prüfungsamt bis spätestens drei Wochen vor dem mit Prüfer:in vereinbarten Prüfungstermin.
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Mindestens 2-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .

---

Studiengang:	Master of Science (PO 2014)
Modul:	<b>Angewandte Mathematik</b> (11 ECTS)
Modul:	<b>Mathematik</b> (11 ECTS)
Teil des Moduls:	<b>Vertiefungsmodul</b> (21 ECTS)
Prüfungsleistung:	Mündliche Abschlussprüfung über alle Teile des Moduls ( <i>Dauer: ca. 30 Minuten, im Vertiefungsmodul ca. 45 Minuten</i> ) Anmeldung der Prüfung schriftlich im Prüfungsamt bis spätestens drei Wochen vor dem mit Prüfer:in vereinbarten Prüfungstermin.
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Mindestens 2-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
<hr/>	
Studiengänge:	Master of Science (PO 2014) Zwei-Hauptfächer-Bachelor – Option „Individuelle Studiengestaltung“
Modul:	<b>Wahlmodul</b> (9 ECTS)
Prüfungsleistung:	keine
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Mindestens 2-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .

---

# **2-stündige Vorlesungen**

---

---

# Endliche einfache Gruppen

2-stündige Vorlesung mit 2-stündiger Übung

Amador Martín Pizarro, Assistenz: Charlotte Bartnick

Vorlesung: Do 10–12, SR 404

Übung: Termin wird noch festgelegt

---

## Inhalt:

Gruppen, die keine nicht trivialen Normalteiler enthalten, heißen einfache Gruppen. Ähnlich wie Primzahlen für die natürlichen Zahlen bilden einfache Gruppen die Bausteine für endliche Gruppen. Man sieht leicht, dass abelsche endliche einfache Gruppen zyklisch sind. Nicht abelsche Beispiele sind alternierende Gruppen sowie die Gruppen vom Lie-Typ.

Die Klassifikation von endlichen einfachen Gruppen geht weit über den Rahmen dieses Kurses hinaus. Wir werden jedoch einige der wiederkehrenden Ideen der Klassifikation veranschaulichen und insbesondere das folgende Ergebnis von Brauer und Fowler beweisen:

**Theorem:** Sei  $G$  eine endliche Gruppe von gerader Ordnung derart, dass das Zentrum ungerade Ordnung besitzt. Dann gibt es ein Element  $g \neq 1_G$  mit  $|G| < |C_G(g)|^3$ .

Dieses Theorem hatte besonders großen Einfluss auf die Klassifikation endlicher einfacher Gruppe, da es suggeriert, dass diese durch Untersuchung der Zentralisatoren von Elementen von Ordnung 2 klassifiziert werden könnten.

## Literatur:

- (1) J. S. Rose, *A course on Group Theory*, Cambridge University Press, 1978.
- (2) J. J. Rotman, *An introduction to the Theory of Groups*, Springer-Verlag, 1999.
- (3) R. Solomon, *A brief history of the classification of the finite simple groups*, Bulletin American Mathematical Society 38 (2001), no. 3, 315–352.

## Erforderliche Vorkenntnisse:

Algebra und Zahlentheorie

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Studiengang:	Bachelor of Science (PO 2012, PO 2021)
Modul:	<b>Wahlpflichtmodul Mathematik</b> (6 ECTS)
Prüfungsleistung:	Mündliche Prüfung ( <i>Dauer: ca. 30 Minuten</i> ) Anmeldung der Prüfung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Mindestens 2-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .

---

Studiengang:	Master of Science (PO 2014)
Teil des Moduls:	<b>Reine Mathematik</b> (11 ECTS)
Teil des Moduls:	<b>Mathematik</b> (11 ECTS)
Teil des Moduls:	<b>Vertiefungsmodul</b> (21 ECTS)
Prüfungsleistung:	Mündliche Abschlussprüfung über alle Teile des Moduls ( <i>Dauer: ca. 30 Minuten, im Vertiefungsmodul ca. 45 Minuten</i> ) Anmeldung der Prüfung schriftlich im Prüfungsamt bis spätestens drei Wochen vor dem mit Prüfer:in vereinbarten Prüfungstermin.
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Mindestens 2-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Bemerkungen:	Zweistündige Vorlesungen gehen mit 4,5 ECTS-Punkten in das Modul ein – unabhängig vom Umfang der Übung und von der in anderen Modulen vergebenen Anzahl an ECTS-Punkten.
<hr/>	
Studiengang:	Master of Education (PO 2018)
Modul:	<b>Mathematische Ergänzung</b> (3 ECTS)
Studiengänge:	Master of Science (PO 2014) Zwei-Hauptfächer-Bachelor – Option „Individuelle Studiengestaltung“
Modul:	<b>Wahlmodul</b> (6 ECTS)
Prüfungsleistung:	keine
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Mindestens 2-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Bemerkungen:	Für den M.Ed.-Studiengang gilt, dass der Aufwand für die Veranstaltung höher ist als die Anzahl der ECTS-Punkte des Moduls „Mathematische Ergänzung“. Bei Interesse können Sie diese Veranstaltung anstelle einer Veranstaltung mit 3 ECTS-Punkten für das Modul nutzen, müssen die Veranstaltung aber komplett absolvieren.

---

---

# Erweiterung der Analysis

2-stündige Vorlesung mit 2-stündiger Übung

Nadine Große, Assistenz: Marius Amann

Vorlesung: Mi 8–10, HS II

Übung: Termin wird noch festgelegt

---

## Inhalt:

*Mehrfachintegration:* Jordan-Inhalt im  $\mathbb{R}^n$ , Satz von Fubini, Transformationssatz, Divergenz und Rotation von Vektorfeldern, Pfad- und Oberflächenintegrale im  $\mathbb{R}^3$ , Satz von Gauß, Satz von Stokes.

*Funktionentheorie:* Einführung in die Theorie holomorpher Funktionen, Cauchy'scher Integralsatz, Cauchy'sche Integralformel und Anwendungen.

## Literatur:

- (1) K. Königsberger: *Analysis 2*, 5. Auflage., Springer, 2004.
- (2) W. Walter: *Analysis 2*, 5. Auflage, Springer, 2002.
- (3) E. Freitag, R. Busam: *Funktionentheorie I*, 4. Auflage, Springer, 2006.
- (4) R. Remmert, G. Schumacher: *Funktionentheorie 1*. 5. Auflage, Springer, 2002.

## Erforderliche Vorkenntnisse:

Analysis I+II, Lineare Algebra I+II

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Studiengänge:	Master of Education (PO 2018) Master of Education als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten (PO 2021)
Modul:	<b>Erweiterung der Analysis</b> (5 ECTS)
Prüfungsleistung:	Klausur ( <i>Dauer: ein- bis dreistündig</i> ) Anmeldung der Prüfung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Studienleistungen:	Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .

---

---

---

---

# Futures and Options

2-stündige Vorlesung mit 2-stündiger Übung

Ernst August von Hammerstein, Assistenz: S. Knaust

Vorlesung: Di 10–12, HS 3042, KG III

Übung: Do 14–16, Raum noch nicht bekannt

Webseite: <https://www.finance.uni-freiburg.de/studium-und-lehre/ws2324/faows2324>

---

## Inhalt:

This course covers an introduction to financial markets and products. Besides futures and standard put and call options of European and American type we also discuss interest-rate sensitive instruments such as swaps.

For the valuation of financial derivatives we first introduce financial models in discrete time as the Cox–Ross–Rubinstein model and explain basic principles of risk-neutral valuation. Finally, we will discuss the famous Black–Scholes model which represents a continuous time model for option pricing.

The course, which is taught in English, is offered for the first year in the *Finance* profile of the M.Sc. Economics programme as well as for students of M.Sc. and B.Sc. Mathematics and M.Sc. Volkswirtschaftslehre.

For students who are currently in the B.Sc. Mathematics programme, but plan to continue with the special profile *Finanzmathematik* within the M.Sc. Mathematics, it is recommended to credit this course for the latter profile and not for B.Sc. Mathematics.

## Literatur:

- (1) D. M. Chance, R. Brooks: *An Introduction to Derivatives and Risk Management* (10<sup>th</sup> edition), Cengage, 2016.
- (2) J. C. Hull: *Options, Futures, and other Derivatives* (11<sup>th</sup> global edition), Pearson, 2021.
- (3) S. E. Shreve: *Stochastic Calculus for Finance I: The Binomial Asset Pricing Model*, Springer, 2004.  
aus dem Uni-Netz: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-0-387-22527-2>
- (4) R. A. Strong: *Derivatives. An Introduction* (Second edition), South-Western, 2004.

## Erforderliche Vorkenntnisse:

Stochastik I

## Bemerkungen:

Die Veranstaltung findet auf Englisch statt.

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Studiengang: Bachelor of Science (PO 2012, PO 2021)

Modul: **Wahlpflichtmodul Mathematik** (6 ECTS)

Prüfungsleistung: Klausur (*Dauer: ein- bis dreistündig*)

Anmeldung der Prüfung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html>.

Studienleistungen: keine (bzw. Klausur, falls keine Prüfungsleistung gefordert ist)

Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html>.

---

Studiengang:	Master of Science (PO 2014)
Teil des Moduls:	<b>Angewandte Mathematik</b> (11 ECTS)
Teil des Moduls:	<b>Mathematik</b> (11 ECTS)
Teil des Moduls:	<b>Vertiefungsmodul</b> (21 ECTS)
Prüfungsleistung:	Mündliche Abschlussprüfung über alle Teile des Moduls ( <i>Dauer: ca. 30 Minuten, im Vertiefungsmodul ca. 45 Minuten</i> ) Anmeldung der Prüfung schriftlich im Prüfungsamt bis spätestens drei Wochen vor dem mit Prüfer:in vereinbarten Prüfungstermin.
Studienleistungen:	keine (bzw. Klausur, falls keine Prüfungsleistung gefordert ist) Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Bemerkungen:	Zweistündige Vorlesungen gehen mit 4,5 ECTS-Punkten in das Modul ein – unabhängig vom Umfang der Übung und von der in anderen Modulen vergebenen Anzahl an ECTS-Punkten.
<hr/>	
Studiengang:	Master of Education (PO 2018)
Modul:	<b>Mathematische Ergänzung</b> (3 ECTS)
Studiengänge:	Master of Science (PO 2014) Zwei-Hauptfächer-Bachelor – Option „Individuelle Studiengestaltung“
Modul:	<b>Wahlmodul</b> (6 ECTS)
Prüfungsleistung:	keine
Studienleistungen:	keine (bzw. Klausur, falls keine Prüfungsleistung gefordert ist) Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Bemerkungen:	Für den M.Ed.-Studiengang gilt, dass der Aufwand für die Veranstaltung höher ist als die Anzahl der ECTS-Punkte des Moduls „Mathematische Ergänzung“. Bei Interesse können Sie diese Veranstaltung anstelle einer Veranstaltung mit 3 ECTS-Punkten für das Modul nutzen, müssen die Veranstaltung aber komplett absolvieren.

---

---

---

# Hidden-Markov-Modelle

2-stündige Vorlesung mit 2-stündiger Übung

Angelika Rohde, Assistenz: Saskia Glaffig

Vorlesung: Di 14–16, HS II

Übung: Termin wird noch festgelegt

---

## Inhalt:

Im weitesten Sinne des Wortes ist ein Hidden-Markov-Modell ein Markov-Prozess, der in zwei Komponenten aufgeteilt ist: Eine beobachtbare Komponente und eine unbeobachtbare oder „versteckte“ Komponente. Hidden-Markov-Modelle tauchen in einer Vielzahl von Anwendungen auf und bilden die Grundlage moderner Data-Science-Algorithmen. Einerseits beschreiben sie natürlicherweise eine Situation, in welcher ein stochastisches System durch verrauschte Messungen beobachtet wird. Andererseits kann es sein, dass der beobachtete Prozess den Einfluss bestimmter externer Faktoren auf den unbeobachteten Prozess beschreibt, letzterer aber der von eigentlichem Interesse ist.

Das Ziel dieser Vorlesung ist es, wahrscheinlichkeitstheoretische Grundlagen sowie statistische Theorie zu entwickeln, welche zentral für das Verständnis dieser Hidden-Markov-Modelle sind.

## Erforderliche Vorkenntnisse:

Wahrscheinlichkeitstheorie I

## Bemerkungen:

Die Vorlesung wird bei Interesse auf Englisch gehalten.

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Studiengang:	Bachelor of Science (PO 2012, PO 2021)
Modul:	<b>Wahlpflichtmodul Mathematik</b> (6 ECTS)
Prüfungsleistung:	Mündliche Prüfung ( <i>Dauer: ca. 30 Minuten</i> ) Anmeldung der Prüfung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Mindestens 2-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .

---

Studiengang:	Master of Science (PO 2014)
Teil des Moduls:	<b>Angewandte Mathematik</b> (11 ECTS)
Teil des Moduls:	<b>Mathematik</b> (11 ECTS)
Teil des Moduls:	<b>Vertiefungsmodul</b> (21 ECTS)
Prüfungsleistung:	Mündliche Abschlussprüfung über alle Teile des Moduls ( <i>Dauer: ca. 30 Minuten, im Vertiefungsmodul ca. 45 Minuten</i> ) Anmeldung der Prüfung schriftlich im Prüfungsamt bis spätestens drei Wochen vor dem mit Prüfer:in vereinbarten Prüfungstermin.
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Mindestens 2-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genauere Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Bemerkungen:	Zweistündige Vorlesungen gehen mit 4,5 ECTS-Punkten in das Modul ein – unabhängig vom Umfang der Übung und von der in anderen Modulen vergebenen Anzahl an ECTS-Punkten.
<hr/>	
Studiengang:	Master of Education (PO 2018)
Modul:	<b>Mathematische Ergänzung</b> (3 ECTS)
Studiengänge:	Master of Science (PO 2014) Zwei-Hauptfächer-Bachelor – Option „Individuelle Studiengestaltung“
Modul:	<b>Wahlmodul</b> (6 ECTS)
Prüfungsleistung:	keine
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Mindestens 2-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genauere Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Bemerkungen:	Für den M.Ed.-Studiengang gilt, dass der Aufwand für die Veranstaltung höher ist als die Anzahl der ECTS-Punkte des Moduls „Mathematische Ergänzung“. Bei Interesse können Sie diese Veranstaltung anstelle einer Veranstaltung mit 3 ECTS-Punkten für das Modul nutzen, müssen die Veranstaltung aber komplett absolvieren.

---

---

---

# Numerical Optimization

2-stündige Vorlesung mit 2-st. Übung und ggf. zusätzlichem Projekt

Moritz Diehl, Assistenz: Armin Nurkanović

Vorlesung: online

Übung: Di 14–16, HS Weismann-Haus

---

## Inhalt:

The aim of the course is to give an introduction into numerical methods for the solution of optimization problems in science and engineering. The focus is on continuous nonlinear optimization in finite dimensions, covering both convex and nonconvex problems. The course divided into four major parts:

1. Fundamental Concepts of Optimization: Definitions, Types of Optimization Problems, Convexity, Duality, Computing Derivatives
2. Unconstrained Optimization and Newton-Type Algorithms: Exact Newton, Quasi-Newton, BFGS, Gauss-Newton, Globalization
3. Equality Constrained Optimization: Optimality Conditions, Newton-Lagrange and Constrained Gauss-Newton, Quasi-Newton, Globalization
4. Inequality Constrained Optimization Algorithms: Karush-Kuhn-Tucker Conditions, Active Set Methods, Interior Point Methods, Sequential Quadratic Programming

The course is organized as inverted classroom based on lecture recordings and a lecture manuscript, with weekly alternating Q&A sessions and exercise sessions. The lecture is accompanied by intensive computer exercises offered both in MATLAB and Python (6 ECTS) and an optional project (3 ECTS). The project consists in the formulation and implementation of a self-chosen optimization problem or numerical solution method, resulting in documented computer code, a project report, and a public presentation. Please check the website for further information.

## Literatur:

- (1) S. Boyd, L. Vandenberghe: *Convex Optimization*, Cambridge University Press, 2004.  
aus dem Uni-Netz: [https://web.stanford.edu/~boyd/cvxbook/bv\\_cvxbook.pdf](https://web.stanford.edu/~boyd/cvxbook/bv_cvxbook.pdf)
- (2) M. Diehl: *Lecture Notes Numerical Optimization*  
[https://www.syscop.de/files/2015ws/numopt/numopt\\_0.pdf](https://www.syscop.de/files/2015ws/numopt/numopt_0.pdf)
- (3) J. Nocedal, S. J. Wright: *Numerical Optimization* (Second Edition), Springer, 2006.  
aus dem Uni-Netz: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-0-387-40065-5>

## Erforderliche Vorkenntnisse:

notwendig: Analysis I–II, Lineare Algebra I–II

nützlich: Einführung in die Numerik, Gewöhnliche Differentialgleichungen

## Bemerkungen:

Die Veranstaltung findet auf Englisch statt.

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Studiengang:	Bachelor of Science (PO 2012, PO 2021)
Modul:	<b>Wahlpflichtmodul Mathematik</b> (9 ECTS)
Prüfungsleistung:	Klausur ( <i>Dauer: ein- bis dreistündig</i> ) Anmeldung der Prüfung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Studienleistungen:	Bestehen des Online-Quiz in ILIAS (80% der Punkte bis zur Deadline). Ggf. erfolgreiche Bearbeitung und Präsentation des Semesterabschlussprojekts. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Bemerkungen:	Die Veranstaltung kann auch ohne Projekt absolviert werden; dann ergibt sie 6 ECTS-Punkte.
<hr/>	
Studiengang:	Master of Science (PO 2014)
Modul:	<b>Angewandte Mathematik</b> (11 ECTS)
Modul:	<b>Mathematik</b> (11 ECTS)
Teil des Moduls:	<b>Vertiefungsmodul</b> (21 ECTS)
Prüfungsleistung:	Mündliche Abschlussprüfung über alle Teile des Moduls ( <i>Dauer: ca. 30 Minuten, im Vertiefungsmodul ca. 45 Minuten</i> ) Anmeldung der Prüfung schriftlich im Prüfungsamt bis spätestens drei Wochen vor dem mit Prüfer:in vereinbarten Prüfungstermin.
Studienleistungen:	Bestehen der Klausur Bestehen des Online-Quiz in ILIAS (80% der Punkte bis zur Deadline). Ggf. erfolgreiche Bearbeitung und Präsentation des Semesterabschlussprojekts. Registrierungen der Studienleistungen (Übung und Klausur) online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Bemerkungen:	Die Veranstaltung kann auch ohne Projekt absolviert werden; dann geht sie mit 4,5 ECTS-Punkten in das Modul ein.
<hr/>	
Studiengänge:	Master of Science (PO 2014) Zwei-Hauptfächer-Bachelor – Option „Individuelle Studiengestaltung“
Modul:	<b>Wahlmodul</b> (9 ECTS)
Prüfungsleistung:	keine
Studienleistungen:	Bestehen der Klausur Bestehen des Online-Quiz in ILIAS (80% der Punkte bis zur Deadline). Ggf. erfolgreiche Bearbeitung und Präsentation des Semesterabschlussprojekts. Registrierungen der Studienleistungen (Übung und Klausur) online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Bemerkungen:	Die Veranstaltung kann auch ohne Projekt absolviert werden; dann ergibt sie 6 ECTS-Punkte.

---

---

---

---

# Numerik I

2-stündige Vorlesung mit 1-stündiger Übung

Alexei Gazca

Vorlesung: Mi 14–16, HS Weismann-Haus

Übung: 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 Übungen wird empfohlen. Diese finden 14-täglich im Wechsel mit der Übung zur Vorlesung statt.

## Literatur:

- (1) S. Bartels: *Numerik 3x9*. Springer, 2016.
- (2) R. Plato: *Numerische Mathematik kompakt*. Vieweg, 2006.
- (3) R. Schaback, H. Wendland: *Numerische Mathematik*. Springer, 2004.
- (4) J. Stoer, R. Burlisch: *Numerische Mathematik I, II*. Springer, 2007, 2005.
- (5) G. Hämmerlin, K.-H. Hoffmann: *Numerische Mathematik*. Springer, 1990.
- (6) P. Deuffhard, A. Hohmann, F. Bornemann: *Numerische Mathematik I, II*. DeGruyter, 2003.

## Erforderliche 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:

Studiengang:	Bachelor of Science (PO 2012, PO 2021)
Teil des Moduls:	<b>Numerik</b> (12 ECTS)
Prüfungsleistung:	Klausur über Numerik I+II ( <i>Dauer: zwei- bis dreistündig</i> ) Anmeldung der Prüfung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende des Semesters, in dem das Modul beendet wird. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Mindestens 1-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .

---

Studiengänge:	Master of Education als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten (PO 2021) Zwei-Hauptfächer-Bachelor (PO 2021)
Teil des Moduls:	<b>Numerik</b> (9 ECTS)
Prüfungsleistung:	Klausur über Numerik I+II ( <i>Dauer: zwei- bis dreistündig</i> ) Anmeldung der Prüfung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende des Semesters, in dem das Modul beendet wird. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Erreichen von mindestens 50 % der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Mindestens 1-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Studiengang:	Master of Education als Erweiterungsfach mit 90 ECTS-Punkten (PO 2021)
Modul:	<b>Numerik I</b> (5 ECTS)
Prüfungsleistung:	Mündliche Prüfung ( <i>Dauer: ca. 30 Minuten</i> ) Anmeldung der Prüfung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Erreichen von mindestens 50 % der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Mindestens 1-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .

---

---

---

# One-Dimensional Diffusions and Stochastic Differential Equations

2-stündige Vorlesung mit 2-stündiger Übung

David Criens

Vorlesung: Do 12–14, SR 404

Übung: Termin wird noch festgelegt

---

## Inhalt:

Das zentrale Thema der Vorlesung sind reellwertige reguläre starke Markovprozess mit stetigen Pfaden, sogenannte Diffusionen. Diese Klasse von stochastischen Prozessen ist aus vielerlei Hinsicht besonders interessant. Auf der einen Seite können Diffusionen mit einer Vielzahl von wahrscheinlichkeitstheoretischen sowie analytischen Techniken analysiert werden, was die Klasse aus mathematischer Sicht sehr interessant macht. Auf der anderen Seite sind Diffusionen auch in der angewandten Mathematik, wie der Finanzmathematik oder der mathematischen Biologie, geschätzte stochastische Modelle für verschiedenste Effekte.

In der Vorlesung werden wir Diffusionen aus mehreren Blickwinkeln studieren. Wir lernen Pfadeigenschaften, wie Rekurrenz, Transienz und Randwertverhalten, kennen, besprechen die Konzepte von „speed and scale“ und betrachten analytische Beschreibungen über sogenannte Erzeuger. Außerdem werden wir sehen, dass alle Diffusionen über einen „Wechsel von Raum und Zeit“ aus der Brown’schen Bewegung entstehen.

Schlussendlich diskutieren wir die große Klasse der Diffusionen, die als (schwache) Lösungen von stochastischen Differenzialgleichungen beschrieben werden können. Wenn es die Zeit erlaubt besprechen wir auch Anwendungen von Diffusionen in der Finanzmathematik.

## Erforderliche Vorkenntnisse:

notwendig: Wahrscheinlichkeitstheorie

nützlich: Stochastische Prozesse (kann auch parallel gehört werden)

## Bemerkungen:

Die Vorlesung wird bei Interesse auf Englisch gehalten.

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Studiengang: Bachelor of Science (PO 2012, PO 2021)

Modul: **Wahlpflichtmodul Mathematik** (6 ECTS)

Prüfungsleistung: Mündliche Prüfung (*Dauer: ca. 30 Minuten*)

Anmeldung der Prüfung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html>.

Studienleistungen: Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert).

Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können.

Mindestens 2-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat.

Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können.

Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html>.

---

Studiengang:	Master of Science (PO 2014)
Teil des Moduls:	<b>Angewandte Mathematik</b> (11 ECTS)
Teil des Moduls:	<b>Mathematik</b> (11 ECTS)
Teil des Moduls:	<b>Vertiefungsmodul</b> (21 ECTS)
Prüfungsleistung:	Mündliche Abschlussprüfung über alle Teile des Moduls ( <i>Dauer: ca. 30 Minuten, im Vertiefungsmodul ca. 45 Minuten</i> ) Anmeldung der Prüfung schriftlich im Prüfungsamt bis spätestens drei Wochen vor dem mit Prüfer:in vereinbarten Prüfungstermin.
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Mindestens 2-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Bemerkungen:	Zweistündige Vorlesungen gehen mit 4,5 ECTS-Punkten in das Modul ein – unabhängig vom Umfang der Übung und von der in anderen Modulen vergebenen Anzahl an ECTS-Punkten.
<hr/>	
Studiengang:	Master of Education (PO 2018)
Modul:	<b>Mathematische Ergänzung</b> (3 ECTS)
Studiengänge:	Master of Science (PO 2014) Zwei-Hauptfächer-Bachelor – Option „Individuelle Studiengestaltung“
Modul:	<b>Wahlmodul</b> (6 ECTS)
Prüfungsleistung:	keine
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Mindestens 2-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Bemerkungen:	Für den M.Ed.-Studiengang gilt, dass der Aufwand für die Veranstaltung höher ist als die Anzahl der ECTS-Punkte des Moduls „Mathematische Ergänzung“. Bei Interesse können Sie diese Veranstaltung anstelle einer Veranstaltung mit 3 ECTS-Punkten für das Modul nutzen, müssen die Veranstaltung aber komplett absolvieren.

---

---

---

# Stochastik I

2-stündige Vorlesung mit 1-stündiger Übung

Ernst August von Hammerstein, Assistenz: Timo Enger

Vorlesung: Fr 10–12, HS Weismann-Haus

Übung: verschiedene Termine

---

## 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, computergestützten Umsetzung einzelner Vorlesungsinhalte kann (parallel oder nachfolgend) zusätzlich die Teilnahme an der regelmäßig angebotenen „Praktischen Übung Stochastik“ empfohlen werden.

## Literatur:

- (1) L. Dümbgen: *Stochastik für Informatiker*, Springer, 2003.
- (2) H.-O. Georgii: *Stochastik: Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik* (5. Auflage), de Gruyter, 2015.
- (3) N. Henze: *Stochastik für Einsteiger* (13. Auflage), Springer Spektrum, 2021.  
aus dem Uni-Netz: <https://www.redi-bw.de/start/unifr/EBooks-springer/10.1007/978-3-662-63840-8>.
- (4) N. Henze: *Stochastik: Eine Einführung mit Grundzügen der Maßtheorie*, Springer Spektrum, 2019.  
aus dem Uni-Netz: <https://www.redi-bw.de/start/unifr/EBooks-springer/10.1007/978-3-662-59563-3>.
- (5) G. Kersting, A. Wakolbinger: *Elementare Stochastik* (2. Auflage), Birkhäuser, 2010.  
aus dem Uni-Netz: <http://www.redi-bw.de/start/unifr/EBooks-springer/10.1007/978-3-0346-0414-7>.

## Erforderliche Vorkenntnisse:

Lineare Algebra I und Analysis I+II, wobei Lineare Algebra I gleichzeitig gehört werden kann.

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Studiengänge:	Bachelor of Science (PO 2021) Master of Education als Erweiterungsfach mit 90 ECTS-Punkten (PO 2021)
Modul:	<b>Stochastik I</b> (5 ECTS)
Prüfungsleistung:	Klausur ( <i>Dauer: ein- bis zweistündig</i> ) Anmeldung der Prüfung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Mindestens 1-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .

---

Studiengang:	Bachelor of Science (PO 2012)
Teil des Moduls:	<b>Stochastik</b> (12 ECTS)
Prüfungsleistung:	Klausur über Stochastik I+II ( <i>Dauer: zwei- bis dreistündig</i> ) Anmeldung der Prüfung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende des Semesters, in dem das Modul beendet wird. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Mindestens 1-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
<hr/>	
Studiengänge:	Master of Education als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten (PO 2021) Zwei-Hauptfächer-Bachelor (PO 2021)
Teil des Moduls:	<b>Stochastik</b> (9 ECTS)
Prüfungsleistung:	Klausur über Stochastik I+II ( <i>Dauer: zwei- bis dreistündig</i> ) Anmeldung der Prüfung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende des Semesters, in dem das Modul beendet wird. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Mindestens 1-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .

---

---

---

# Topics in Elliptic Partial Differential Equations

2-stündige Vorlesung mit 2-stündiger Übung

Fengrui Yang

Vorlesung: Do 14–16, SR 125

Übung: Termin wird noch festgelegt

---

## Inhalt:

The purpose of this course is to present some basic methods for obtaining various a priori estimates for second-order partial differential equations of elliptic type with particular emphasis on maximal principles, Harnack inequalities, and their applications. The equations one deals with are always linear, although they also obviously apply to nonlinear problems. Students with some knowledge of real variables and Sobolev functions should be able to follow the course without much difficulty.

## Literatur:

Fanghua Lin, Qing Han: *Elliptic Partial Differential Equations*

## Erforderliche Vorkenntnisse:

Knowledge of real variables and Sobolev functions.

## Bemerkungen:

Die Veranstaltung findet auf Englisch statt.

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Studiengang:	Bachelor of Science (PO 2012, PO 2021)
Modul:	<b>Wahlpflichtmodul Mathematik</b> (6 ECTS)
Prüfungsleistung:	Mündliche Prüfung ( <i>Dauer: ca. 30 Minuten</i> ) Anmeldung der Prüfung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsam/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsam/termine.html</a> .
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Mindestens 2-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsam/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsam/termine.html</a> .

---

Studiengang:	Master of Science (PO 2014)
Teil des Moduls:	<b>Reine Mathematik</b> (11 ECTS)
Teil des Moduls:	<b>Mathematik</b> (11 ECTS)
Teil des Moduls:	<b>Vertiefungsmodul</b> (21 ECTS)
Prüfungsleistung:	Mündliche Abschlussprüfung über alle Teile des Moduls ( <i>Dauer: ca. 30 Minuten, im Vertiefungsmodul ca. 45 Minuten</i> ) Anmeldung der Prüfung schriftlich im Prüfungsamt bis spätestens drei Wochen vor dem mit Prüfer:in vereinbarten Prüfungstermin.
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Mindestens 2-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Bemerkungen:	Zweistündige Vorlesungen gehen mit 4,5 ECTS-Punkten in das Modul ein – unabhängig vom Umfang der Übung und von der in anderen Modulen vergebenen Anzahl an ECTS-Punkten.
<hr/>	
Studiengang:	Master of Education (PO 2018)
Modul:	<b>Mathematische Ergänzung</b> (3 ECTS)
Studiengänge:	Master of Science (PO 2014) Zwei-Hauptfächer-Bachelor – Option „Individuelle Studiengestaltung“
Modul:	<b>Wahlmodul</b> (6 ECTS)
Prüfungsleistung:	keine
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an einem der Tutorate (wie in der Prüfungsordnung definiert). Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können. Mindestens 2-maliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat. Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Bemerkungen:	Für den M.Ed.-Studiengang gilt, dass der Aufwand für die Veranstaltung höher ist als die Anzahl der ECTS-Punkte des Moduls „Mathematische Ergänzung“. Bei Interesse können Sie diese Veranstaltung anstelle einer Veranstaltung mit 3 ECTS-Punkten für das Modul nutzen, müssen die Veranstaltung aber komplett absolvieren.

# Fachdidaktikveranstaltungen

---

---

# Einführung in die Fachdidaktik der Mathematik

Fachdidaktikveranstaltung mit Vorlesungs-, Übungs- und Seminaranteilen

*Katharina Böcherer-Linder*

Vorlesung: Mo 10–12, SR 226

Übung und Seminar (2-stündig): Termine werden noch festgelegt

---

## 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.

## Erforderliche Vorkenntnisse:

Empfohlen sind die Grundvorlesungen in Mathematik (Analysis, Lineare Algebra)

## Bemerkungen:

Die Gesamtveranstaltung 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:

Studiengänge:	Master of Education als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten (PO 2021) Master of Education als Erweiterungsfach mit 90 ECTS-Punkten (PO 2021) Zwei-Hauptfächer-Bachelor – Lehramtsoption
Modul:	<b>Fachdidaktik Mathematik</b> (5 ECTS)
Prüfungsleistung:	keine
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert). Erfolgreiche schriftliche Bearbeitung von mindestens zwei Dritteln der Übungsaufgaben. Bestehen der Klausur  Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .

---

---

---

---

# Fachdidaktik der mathematischen Teilgebiete

## Teil 1: Didaktik der Funktionen und der Analysis

3-stündiges Seminar mit integrierter Übung  
Do 9–12, SR 226

Katharina Böcherer-Linder

## Teil 2: Didaktik der Stochastik und der Algebra

3-stündiges Seminar mit integrierter Übung  
Mo 9–12, SR 127

Annika Dreher

---

### Inhalt:

#### *Didaktik der Funktionen und der Analysis:*

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.

#### *Didaktik der Stochastik und der Algebra:*

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:

#### *Didaktik der Funktionen und der Analysis:*

(1) R. Dankwerts, D. Vogel: *Analysis verständlich unterrichten*. Heidelberg: Spektrum, 2006.

(2) G. Greefrath, R. Oldenburg, H.-S. Siller, V. Ulm, H.-G. Weigand: *Didaktik der Analysis. Aspekte und Grundvorstellungen zentraler Begriffe*. Berlin, Heidelberg: Springer 2016.

#### *Didaktik der Stochastik und der Algebra:*

(1) G. Malle. *Didaktische Probleme der elementaren Algebra*. Braunschweig, Wiesbaden: Vieweg 1993.

(2) A. Eichler, M. Vogel: *Leitidee Daten und Zufall. Von konkreten Beispielen zur Didaktik der Stochastik*. Wiesbaden: Vieweg 2009.

### Erforderliche Vorkenntnisse:

Einführung in die Fachdidaktik der Mathematik

Kenntnisse aus Analysis und Numerik für den Modulteil „Didaktik der Funktionen und der Analysis“

Kenntnisse aus Stochastik und Algebra für den Modulteil „Didaktik der Stochastik und der 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:

Studiengänge:	Master of Education (PO 2018) Master of Education als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten (PO 2021) Master of Education als Erweiterungsfach mit 90 ECTS-Punkten (PO 2021)
Teil des Moduls:	<b>Fachdidaktik der mathematischen Teilgebiete</b> (6 ECTS)
Prüfungsleistung:	Klausur über beide Teile des Moduls ( <i>Dauer: zwei- bis dreistündig</i> ) Anmeldung der Prüfung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende des Semesters, in dem das Modul beendet wird. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Studienleistungen:	in beiden Teilen der Veranstaltung: Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert). Wöchentliche Lektüre und gegebenenfalls Hausübung. Seminarvortrag mit praktischem und theoretischem Teil. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
<hr/>	
Studiengang:	Bachelor of Science (PO 2012, PO 2021)
Modul:	<b>Wahlmodul</b> (6 ECTS)
Prüfungsleistung:	keine
Studienleistungen:	Bestehen der Abschlussklausur zudem in beiden Teilen der Veranstaltung: Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert). Wöchentliche Lektüre und gegebenenfalls Hausübung. Seminarvortrag mit praktischem und theoretischem Teil. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
<hr/> <hr/>	

---

---

# Fachdidaktische Entwicklung: Medieneinsatz im Mathematikunterricht

Fachdidaktikveranstaltung mit Vorlesungs-, Übungs- und Seminaranteilen

Jürgen Kury

Do 16–18, SR 127

Übung: Termin wird noch festgelegt

---

## 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 unter anderem von Computerprogrammen die mathematische Begriffsbildung nachhaltig unterstützen kann. So erlaubt beispielsweise das Experimentieren mit Computerprogrammen mathematische Strukturen zu entdecken, ohne dass dies von einzelnen Routineoperationen (wie z.B. Termumformung) überdeckt würde. Es ergeben sich daraus tiefgreifende Konsequenzen für den Mathematikunterricht. Von daher setzt sich dieses Seminar zum Ziel, den Studierenden die notwendigen Entscheidungs- und Handlungskompetenzen zu vermitteln, um zukünftige Mathematiklehrer 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 dabei exemplarisch vorgestellten Systeme sind:

- dynamische Geometrie Software: Geogebra
- Tabellenkalkulation: Excel
- Apps für Smartphones und Tablets

Die Studierenden sollen Unterrichtssequenzen ausarbeiten, die dann mit Schülern erprobt und reflektiert werden (soweit dies möglich sein wird).

## Erforderliche Vorkenntnisse:

nützlich: Grundvorlesungen

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Studiengang:	Bachelor of Science (PO 2012, PO 2021)
Modul:	<b>Wahlmodul</b> (4 ECTS)
Studiengänge:	Master of Education (PO 2018) Master of Education als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten (PO 2021) Master of Education als Erweiterungsfach mit 90 ECTS-Punkten (PO 2021)
Modul:	<b>Fachdidaktische Entwicklung</b> (4 ECTS)
Prüfungsleistung:	keine
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert). Aktive mündliche Beteiligung und Ausarbeitung und Präsentation einer Unterrichtssequenz. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .

---

---

---

---

# Fachdidaktische Entwicklung: Seminare der PH Freiburg

*Dozent:inn:en der PH Freiburg*

---

## **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:**

Studiengänge:	Master of Education (PO 2018) Master of Education als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten (PO 2021) Master of Education als Erweiterungsfach mit 90 ECTS-Punkten (PO 2021)
Modul:	<b>Fachdidaktische Entwicklung</b> (4 ECTS)
Prüfungsleistung:	keine
Studienleistungen:	Alle für die Verwendung des Seminars in den Studiengängen der PH festgelegten Leistungen. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .

---

---

---

# Fachdidaktische Forschung

## Teil 1: Fachdidaktische Entwicklungsforschung zu ausgewählten Schwerpunkten

2-stündiges Seminar mit Übung  
Mo 14–16, PH

*Dozenten der PH Freiburg*

## Teil 2: Methoden der mathematikdidaktischen Forschung

3-stündiges Blockseminar in den ca. 5 letzten Semesterwochen  
Mo 10–13, PH

*Dozenten der PH Freiburg*

## Teil 3: Entwicklung und Optimierung eines fachdidaktischen Forschungsprojekts

Begleitseminar zur Master-Arbeit  
Termine nach Vereinbarung

*Dozenten der PH Freiburg*

Voranmeldung: Wer neu an diesem Modul teilnehmen möchte, meldet sich bitte bis zum **30.09.2023** per E-Mail bei [didaktik@math.uni-freiburg.de](mailto:didaktik@math.uni-freiburg.de) und bei [erens@ph-freiburg.de](mailto:erens@ph-freiburg.de).

---

### Inhalt:

Diese drei zusammengehörigen Veranstaltungen bereiten auf das Anfertigen einer empirischen Masterarbeit in der Mathematikdidaktik vor. Das Angebot wird von allen Professorinnen und Professoren 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 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 Hauptziele des Moduls sind die Fähigkeit zur Rezeption mathematikdidaktischer Forschung zur Klärung praxisrelevanter 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 Kompaktphase 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.

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Studiengänge:	Master of Education (PO 2018) Master of Education als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten (PO 2021) Master of Education als Erweiterungsfach mit 90 ECTS-Punkten (PO 2021)
Modul:	<b>Fachdidaktische Forschung</b> (4 ECTS)
Prüfungsleistung:	keine
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an allen Teilen der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert). In allen drei Teilen des Moduls: Bearbeitung von Aufgaben nach Maßgabe der Lehrenden im Umfang von insgesamt etwa 60 Stunden. Registrierungen der Studienleistungen online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .

---

---

# Praktische Übungen

---

---

# Praktische Übung zu Einführung in Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen

Praktische Übung

*Diyora Salimova*

2-stündig, Termin wird noch festgelegt

---

## Inhalt:

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

## Erforderliche Vorkenntnisse:

Siehe bei der Vorlesung – zusätzlich: Programmierkenntnisse.

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Studiengänge:	Bachelor of Science (PO 2012, PO 2021) Master of Science (PO 2014)
Modul:	<b>Wahlmodul</b> (3 ECTS)
Studiengang:	Master of Education (PO 2018)
Modul:	<b>Mathematische Ergänzung</b> (3 ECTS)
Studiengänge:	Master of Education als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten (PO 2021) Master of Education als Erweiterungsfach mit 90 ECTS-Punkten (PO 2021) Zwei-Hauptfächer-Bachelor (PO 2021)
Modul:	<b>Praktische Übung</b> (3 ECTS)
Prüfungsleistung:	keine
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert). Erreichen von mindestens 50 % der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Praktische Übung ausgegebenen Programmieraufgaben erreicht werden können. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genauere Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .

---

---

---

---

# Praktische Übung Numerik

Praktische Übung

Alexei Gazca

2-stündig (14-täglich), verschiedene Termine

---

## 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.

## Erforderliche Vorkenntnisse:

Siehe bei der Vorlesung „Numerik I“ (die gleichzeitig gehört werden oder schon absolviert sein soll).  
Zusätzlich: Elementare Programmierkenntnisse zum Beispiel aus dem Kurs „Einführung in die Programmierung für Studierende der Naturwissenschaften“

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Studiengang:	Bachelor of Science (PO 2012, PO 2021)
Teil des Moduls:	<b>Numerik</b> (12 ECTS)
Prüfungsleistung:	Klausur über Numerik I+II ( <i>Dauer: zwei- bis dreistündig</i> ) Keine zusätzliche Prüfungsleistung zur Praktischen Übung. Anmeldung der Prüfung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende des Semesters, in dem das Modul beendet wird. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert). Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Praktische Übung ausgegebenen Programmieraufgaben erreicht werden können. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Bemerkungen:	Die Praktische Übung ist zweisemestrig (erster Teil im Winter, zweiter Teil im Sommersemester). Die Anforderungen an die Studienleistungen gelten separat für beide Semester.
<hr/>	
Studiengang:	Master of Education (PO 2018)
Teil des Moduls:	<b>Mathematische Ergänzung</b> (3 ECTS)
Studiengänge:	Master of Education als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten (PO 2021) Master of Education als Erweiterungsfach mit 90 ECTS-Punkten (PO 2021) Zwei-Hauptfächer-Bachelor (PO 2021)
Teil des Moduls:	<b>Praktische Übung</b> (3 ECTS)
Prüfungsleistung:	keine
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert). Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Praktische Übung ausgegebenen Programmieraufgaben erreicht werden können. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Bemerkungen:	Die Praktische Übung ist zweisemestrig (erster Teil im Winter, zweiter Teil im Sommersemester). Die Anforderungen an die Studienleistungen gelten separat für beide Semester.

---

---

---

---

# Praktische Übung Stochastik

Praktische Übung

Johannes Brutsche, Jakob Stiefel

Do 12–14, SR 226

Webseite: <https://www.stochastik.uni-freiburg.de/lehre/ws-2023-2024/prakueb-stochastik-ws-2023-2024>

---

## Inhalt:

Die praktische Übung ergänzt die Vorlesungen zur Stochastik und Wahrscheinlichkeitstheorie um computer- und datenbasierte Methoden. Die Lerninhalte werden dabei in Kleingruppen anhand verschiedener Programmierprojekte erarbeitet und am Ende des Semesters vorgestellt. Dabei nutzen wir die Programmiersprache *Python*, welche sowohl in der Wissenschaft als auch in der Industrie im Bereich Data Science zum Standardrepertoire gehört.

Die Themen umfassen unter anderem Test- und Schätzprobleme, lineare Modelle, Umgang mit hochdimensionalen Daten, Bootstrap und Simulationen stochastischer Modelle. Unerlässlich für das Arbeiten mit realen Daten sind außerdem Themenfelder wie die Datenextraktion aus verschiedenen Quellen, Datenaufbereitung (z.B. Umgang mit fehlenden Werten) und Visualisierung der Ergebnisse, sowie deskriptive Statistik.

Die praktische Übung beinhaltet keine Einführung in die Programmierung von Beginn auf. Wir stellen jedoch Material zur Verfügung, welches die Besonderheiten von Python umfasst und gängige Pakete für das statistische Arbeiten enthält um einen leichten Einstieg zu ermöglichen.

Die praktische Übung ist außerdem Vorbereitung für Praktika, welche die Vorlesung *Machine Learning/Maschinelles Lernen aus stochastischer Sicht* ergänzen.

## Erforderliche Vorkenntnisse:

notwendig: Grundvorlesungen, Stochastik I, Grundkenntnisse einer beliebigen Programmiersprache

nützlich: Stochastik II, Wahrscheinlichkeitstheorie

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Studiengang:	Bachelor of Science (PO 2021)
Modul:	<b>Wahlmodul</b> (3 ECTS)
Studiengang:	Master of Education (PO 2018)
Modul:	<b>Mathematische Ergänzung</b> (3 ECTS)
Studiengänge:	Master of Education als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten (PO 2021) Master of Education als Erweiterungsfach mit 90 ECTS-Punkten (PO 2021) Zwei-Hauptfächer-Bachelor (PO 2021)
Modul:	<b>Praktische Übung</b> (3 ECTS)
Prüfungsleistung:	keine
Studienleistungen:	Erfolgreiches Absolvieren eines Programmierprojekts mit dazugehörigem Vortrag. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .

---

Studiengang:	Bachelor of Science (PO 2012)
Teil des Moduls:	<b>Stochastik</b> (12 ECTS)
Prüfungsleistung:	Klausur über Stochastik I+II ( <i>Dauer: zwei- bis dreistündig</i> ) Keine zusätzliche Prüfungsleistung zur Praktischen Übung. Anmeldung der Prüfung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende des Semesters, in dem das Modul beendet wird. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Studienleistungen:	Erfolgreiches Absolvieren eines Programmierprojekts mit dazugehörigem Vortrag. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .

---

# Proseminare

---

---

# Gegenbeispiele in der Analysis

Proseminar

Patrick Dondl, Assistenz: Simone Hermann, Oliver Suchan

Di 16–18, SR 226

Vorbesprechung: **Di 18.07.2023**, 16 Uhr, Handbibliothek der Abteilung für Angewandte Mathematik

Voranmeldung: per E-Mail an sekretariat-aam@mathematik.uni-freiburg.de

---

## Inhalt:

Anhand des Buches „Counterexamples in Analysis“ betrachten wir klassische Gegenbeispiele aus der Analysis. So gibt es beispielsweise Funktionen welche nirgends stetig sind (aber deren Absolutbetrag überall stetig ist), nicht-stetige lineare Funktionen, Riemann-integrierbare Funktionen die nirgends eine Stammfunktion besitzen oder nicht-stetige Funktionen in zwei Variablen, deren partielle Ableitungen überall existieren.

## Erforderliche Vorkenntnisse:

Analysis I–II

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Studiengänge:	Bachelor of Science (PO 2012, PO 2021) Master of Education als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten (PO 2021) Master of Education als Erweiterungsfach mit 90 ECTS-Punkten (PO 2021) Zwei-Hauptfächer-Bachelor (PO 2021)
Modul:	<b>Mathematisches Proseminar</b> (3 ECTS)
Prüfungsleistung:	Vortrag ( <i>Dauer: 45 bis 90 Minuten</i> ) Anmeldung der Prüfung online in HISinOne bis ca. Mittwoch vor Vorlesungsbeginn. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert).
Bemerkungen:	Es kann pro Studiengang nur ein Proseminar absolviert werden.

---

---

---

---

# Gewöhnliche Differentialgleichungen und Anwendungen

Proseminar

Susanne Knies, Assistenz: Vera Jackisch

Do 10–12, SR 125

Vorbesprechung: **Mo 17.07.2023**, 13 Uhr, SR 119

Voranmeldung: bis zum 13.07.2023 per E-Mail an vera.jackisch@mathematik.uni-freiburg.de

Webseite: <https://home.mathematik.uni-freiburg.de/knies/lehre/ws2324/index.html>

---

## Inhalt:

Zahlreiche dynamische Prozesse in den Naturwissenschaften können durch Gewöhnliche Differentialgleichungen modelliert werden. In diesem Proseminar beschäftigen wir uns mit expliziten Lösungsmethoden für Differentialgleichungen sowie den Anwendungssituationen (Reaktionskinetik, Räuber-Beute Modelle, Mathematisches Pendel, unterschiedliche Wachstumsprozesse, ...) die durch sie beschrieben werden.

Mögliche Vortragsthemen und eine Literaturliste finden Sie auf der Webseite zum Proseminar.

## Erforderliche Vorkenntnisse:

Analysis I+II, Lineare Algebra I+II

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Studiengänge:	Bachelor of Science (PO 2012, PO 2021) Master of Education als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten (PO 2021) Master of Education als Erweiterungsfach mit 90 ECTS-Punkten (PO 2021) Zwei-Hauptfächer-Bachelor (PO 2021)
Modul:	<b>Mathematisches Proseminar</b> (3 ECTS)
Prüfungsleistung:	Vortrag ( <i>Dauer: 45 bis 90 Minuten</i> ) Anmeldung der Prüfung online in HISinOne bis ca. Mittwoch vor Vorlesungsbeginn. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert).
Bemerkungen:	Es kann pro Studiengang nur ein Proseminar absolviert werden.

---

---

---

---

# Kodierungstheorie

Proseminar

Ernst August von Hammerstein

Mo 14–16, SR 125

Vorbesprechung: **Mi 19.07.2023**, 16 Uhr, HS II

Voranmeldung: bis spätestens 18.07.2023 per E-Mail an [ernst.august.hammerstein@stochastik.uni-freiburg.de](mailto:ernst.august.hammerstein@stochastik.uni-freiburg.de)

Webseite:

<https://www.stochastik.uni-freiburg.de/lehre/ws-2023-2024/proseminar-kodierungstheorie-ws-2023-2024/>

---

## Inhalt:

Unter Kodierungstheorie werden klassischerweise Techniken und Verfahren verstanden, Informationen „kompakt und übertragungssicher“ zusammenzufassen. Kompakt bedeutet hier, möglichst viel Information in möglichst kurzen oder wenigen Codewörtern unterzubringen (wie z. B. Autor, Buchtitel und Verlag in einer ISBN-Nummer), und übertragungssicher, dass man Fehler in übermittelten Codewörtern erkennen und idealerweise auch korrigieren, also das ursprünglich gemeinte Codewort ggf. wiederherstellen kann. Daneben denkt man beim Stichwort Kodierung oft auch an „schwer zu knackende Codes“, d. h. an Verschlüsselungstechniken, um die übertragenden Informationen vor dem Zugriff Unbefugter zu schützen.

In diesem Proseminar sollen beide der oben genannten Aspekte berücksichtigt werden, wobei der erstere jedoch größeres Gewicht haben wird. Dabei sollen auch die mathematischen Grundlagen der einzelnen Verfahren etwas genauer betrachtet und erläutert werden. Als Stichworte hierzu seien genannt: Rechnen in Restklassen/modulo, kleiner Satz von Fermat und chinesischer Restsatz, Verschlüsselung mittels RSA-Verfahren und diskreten Logarithmen, (perfekte) lineare Codes, zyklische Codes, Reed-Solomon- und BCH-Codes.

## Literatur:

- (1) J. Buchmann: *Einführung in die Kryptographie* (6. Auflage), Springer Spektrum, 2016.  
aus dem Uni-Netz: [www.redi-bw.de/start/unifr/EBooks-springer/10.1007/978-3-642-39775-2](http://www.redi-bw.de/start/unifr/EBooks-springer/10.1007/978-3-642-39775-2).
- (2) O. Manz: *Fehlerkorrigierende Codes*, Springer Vieweg, 2017.  
aus dem Uni-Netz: [www.redi-bw.de/start/unifr/EBooks-springer/10.1007/978-3-658-14652-8](http://www.redi-bw.de/start/unifr/EBooks-springer/10.1007/978-3-658-14652-8).
- (3) W. Willems: *Codierungstheorie und Kryptographie*, Birkhäuser, 2008.  
aus dem Uni-Netz: [www.redi-bw.de/start/unifr/EBooks-springer/10.1007/978-3-7643-8612-2](http://www.redi-bw.de/start/unifr/EBooks-springer/10.1007/978-3-7643-8612-2).

Als ergänzende Lektüre eignet sich das recht ausführliche Buch von

- (4) D.W. Hoffmann: *Einführung in die Informations- und Codierungstheorie*, Springer Vieweg, 2014.  
aus dem Uni-Netz: [www.redi-bw.de/start/unifr/EBooks-springer/10.1007/978-3-642-54003-5](http://www.redi-bw.de/start/unifr/EBooks-springer/10.1007/978-3-642-54003-5).

Speziell für algebraische Grundbegriffe lohnt sich ggf. auch ein Blick in die ersten Seite des Buches

- (5) S. Bosch: *Algebra* (10. Auflage), Springer Spektrum, 2023.  
aus dem Uni-Netz: [www.redi-bw.de/start/unifr/EBooks-springer/10.1007/978-3-662-67464-2](http://www.redi-bw.de/start/unifr/EBooks-springer/10.1007/978-3-662-67464-2).

## Erforderliche Vorkenntnisse:

Grundvorlesungen in Analysis und Linearer Algebra

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Studiengänge:	Bachelor of Science (PO 2012, PO 2021) Master of Education als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten (PO 2021) Master of Education als Erweiterungsfach mit 90 ECTS-Punkten (PO 2021) Zwei-Hauptfächer-Bachelor (PO 2021)
Modul:	<b>Mathematisches Proseminar</b> (3 ECTS)
Prüfungsleistung:	Vortrag ( <i>Dauer: 45 bis 90 Minuten</i> ) Anmeldung der Prüfung online in HISinOne bis ca. Mittwoch vor Vorlesungsbeginn. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert).
Bemerkungen:	Es kann pro Studiengang nur ein Proseminar absolviert werden.



---

---

# Zahlen

Proseminar

Annette Huber-Klawitter, Assistenz: Christoph Brackenhofner

Di 14–16, SR 127

Vorbesprechung: **Mo 17.07.2023**, 12:30 Uhr, R 232

Voranmeldung: Eintrag in die Anmeldeleiste im Sekretariat bei Frau Frei

Webseite: <http://home.mathematik.uni-freiburg.de/arithgeom/lehre.html>

---

## Inhalt:

Neben den natürlichen, rationalen oder reellen Zahlen, die wir kennen und lieben, gibt es weitere Verallgemeinerungen, die es ebenfalls verdient haben, als Zahlen bezeichnet zu werden. Im Proseminar werden wir einige dieser Verallgemeinerungen kennenlernen:

- $p$ -adische Zahlen, die aus der Idee des Stellenwertsystems entstehen, aber mit unendlich vielen Stellen vor dem Komma
- Nichtstandardzahlen, in denen es auch unendlich große und unendlich kleine Zahlen gibt, so dass  $dy/dx$  nicht nur Notation ist, sondern ein Bruch
- Conways surreale Zahlen, die aus einem Spiel entstehen
- nicht-kommutative Körpererweiterungen von  $\mathbb{R}$  oder  $\mathbb{Q}$  wie die Quaternionen

Damit folgt das Proseminar der Grundidee des Buches „Zahlen“ von Ebbinghaus et. al. (Springer Verlag). Weitere Literatur und das Programm werden rechtzeitig zur Vorbesprechung auf der Webseite bekanntgegeben.

## Literatur:

Ebbinghaus et. al.: „Zahlen“, Springer Verlag

## Erforderliche Vorkenntnisse:

Grundvorlesungen

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Studiengänge:	Bachelor of Science (PO 2012, PO 2021) Master of Education als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten (PO 2021) Master of Education als Erweiterungsfach mit 90 ECTS-Punkten (PO 2021) Zwei-Hauptfächer-Bachelor (PO 2021)
Modul:	<b>Mathematisches Proseminar</b> (3 ECTS)
Prüfungsleistung:	Vortrag ( <i>Dauer: 45 bis 90 Minuten</i> ) Anmeldung der Prüfung online in HISinOne bis ca. Mittwoch vor Vorlesungsbeginn. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert).
Bemerkungen:	Es kann pro Studiengang nur ein Proseminar absolviert werden.

---

---

# Seminare

---

---

# Algebraische Topologie

Seminar

Heike Mildenerger, Assistenz: Maxwell Levine

Blockveranstaltung nach Semesterende oder ab Januar 2023: Mo, Di 16–18, SR 404

Vorbesprechung: **Mo 10.07.2023**, 13 Uhr, SR 119

Webseite: [https://home.mathematik.uni-freiburg.de/mildenerger/veranstaltungen/ws23/alg\\_top.html](https://home.mathematik.uni-freiburg.de/mildenerger/veranstaltungen/ws23/alg_top.html)

---

## Inhalt:

Das Seminar ist für Studierende in allen mathematischen Studiengängen geeignet und vom Zeitplan her auch für Teilnehmerinnen und Teilnehmer im Studiengang Master of Education gedacht, die aus dem Praxissemester zurückkehren.

Wir studieren die Anfänge der algebraischen Topologie. Vorkenntnisse aus den Topologievorlesungen aus dem Sommersemester werden nicht vorausgesetzt. Wir folgen hauptsächlich dem reich bebilderten Buch von Hatcher und kümmern uns bei Bedarf um mathematische Strenge aus weiteren Quellen.

In der Vorbesprechung wird auch festgelegt, ob wir das Seminar von Januar bis zum Ende der Vorlesungszeit halten oder als Block in der vorlesungsfreien Zeit.

## Literatur:

- (1) Allen Hatcher: *Algebraic Topology*, Cambridge University Press, Cambridge, 2002, xii+544S.  
<http://www.math.cornell.edu/~hatcher/AT/ATpage.html>
- (2) P. May: *A Concise Course in Algebraic Topology*, Chicago Lectures in Mathematics, University of Chicago Press, Chicago IL, 1999, x+243S. <http://www.math.uchicago.edu/~may/CONCISE/ConciseRevised.pdf>
- (3) E. H. Spanier: *Algebraic Topology*, Corrected reprint, Springer, Berlin, 1981, xvi+528S. (Als pdf über die UB erhältlich.)

## Erforderliche Vorkenntnisse:

Grundvorlesungen

## Bemerkungen:

Seminar nach dem Praxissemester, bevorzugt für Studierende im M.Ed.-Studiengang.

Bei Interesse und vorhandenen Vorkenntnissen kann ein Seminar auch als Proseminar eingesetzt werden.

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Studiengang:	Bachelor of Science (PO 2012, PO 2021)
Modul:	<b>Mathematisches Seminar</b> (6 ECTS) – nur PO 2021
Modul:	<b>Wahlpflichtmodul Mathematik</b> (6 ECTS)
Teil des Moduls:	<b>Bachelormodul</b> (15 ECTS) – nur PO 2012
Studiengang:	Master of Science (PO 2014)
Modul:	<b>Mathematisches Seminar A/B</b> (6 ECTS)
Prüfungsleistung:	Vortrag ( <i>Dauer: 45 bis 90 Minuten</i> ) Anmeldung der Prüfung online in HISinOne bis ca. Mittwoch vor Vorlesungsbeginn. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert).

---

Studiengang:	Master of Education (PO 2018)
Modul:	<b>Mathematische Ergänzung</b> (3 ECTS)
Studiengänge:	Master of Science (PO 2014) Zwei-Hauptfächer-Bachelor – Option „Individuelle Studiengestaltung“
Modul:	<b>Wahlmodul</b> (6 ECTS)
Prüfungsleistung:	keine
Studienleistungen:	Vortrag ( <i>Dauer: 45 bis 90 Minuten</i> ) Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert). Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. Mittwoch vor Vorlesungsbeginn. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Bemerkungen:	Je nach Schwere des Vortragsthemas kann der Aufwand für die Veranstaltung höher als die Anzahl der ECTS-Punkte des Moduls „Mathematische Ergänzung“ sein.

---

---

---

# Darstellungen halbeinfacher Lie-Algebren

Seminar

Wolfgang Soergel

Di 14–16, SR 125

Vorbesprechung: **Do 13.07.2023**, 9:15 Uhr, SR 404

Webseite: <https://home.mathematik.uni-freiburg.de/soergel/ws2324lie.html>

---

## Inhalt:

Es geht um die Klassifikation endlichdimensionaler Darstellungen durch das höchste Gewicht, die Weyl'schen Charakterformeln und die Charaktere einfacher unendlichdimensionaler Darstellungen mit einem höchsten Gewicht

## Erforderliche Vorkenntnisse:

Struktur halbeinfacher Lie-Algebren. Elementare Darstellungstheorie von Lie-Algebren.

## Bemerkungen:

Bei Interesse und vorhandenen Vorkenntnissen kann ein Seminar auch als Proseminar eingesetzt werden.

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Studiengang:	Bachelor of Science (PO 2012, PO 2021)
Modul:	<b>Mathematisches Seminar</b> (6 ECTS) – nur PO 2021
Modul:	<b>Wahlpflichtmodul Mathematik</b> (6 ECTS)
Teil des Moduls:	<b>Bachelormodul</b> (15 ECTS) – nur PO 2012
Studiengang:	Master of Science (PO 2014)
Modul:	<b>Mathematisches Seminar A/B</b> (6 ECTS)
Prüfungsleistung:	Vortrag ( <i>Dauer: 45 bis 90 Minuten</i> ) Anmeldung der Prüfung online in HISinOne bis ca. Mittwoch vor Vorlesungsbeginn. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert).
<hr/>	
Studiengang:	Master of Education (PO 2018)
Modul:	<b>Mathematische Ergänzung</b> (3 ECTS)
Studiengänge:	Master of Science (PO 2014) Zwei-Hauptfächer-Bachelor – Option „Individuelle Studiengestaltung“
Modul:	<b>Wahlmodul</b> (6 ECTS)
Prüfungsleistung:	keine
Studienleistungen:	Vortrag ( <i>Dauer: 45 bis 90 Minuten</i> ) Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert). Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. Mittwoch vor Vorlesungsbeginn. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Bemerkungen:	Je nach Schwere des Vortragsthemas kann der Aufwand für die Veranstaltung höher als die Anzahl der ECTS-Punkte des Moduls „Mathematische Ergänzung“ sein.

---

---

---

---

# Differentialtopologie

Seminar

Christian Ketterer, Assistenz: Maxwell Levine

Di 12–14, SR 404

Vorbesprechung: 2. Termin **Di 10.10.2023**, 12:15 Uhr, SR 404

---

## Inhalt:

Die Differentialtopologie beschäftigt sich mit globalen Fragen ueber differenzierbare Mannigfaltigkeiten unabhängig von einer zusätzlichen geometrischen Struktur.

In diesem Seminar wollen wir Grundlagen und einige interessante Resultate der Differentialtopologie erarbeiten. Es kommen Methoden der Analysis und Differentialgeometrie zur Anwendung. Themen des Seminars sind unter anderem das Lemma von Sard, der Abbildungsgrad, die Topologie differenzierbarer Abbildungen, Transversalität, Schnittzahl und Eulercharakteristik, Morsetheorie, das Verkleben von Mannigfaltigkeiten, Modellräume.

## Literatur:

- (1) J. Milnor: *Topology from the Differentiable Viewpoint*
- (2) M.W. Hirsch: *Differential Topology*

## Erforderliche Vorkenntnisse:

Analysis I–III und Lineare Algebra, sowie Grundkenntnisse zu differenzierbaren Mannigfaltigkeiten

## Bemerkungen:

Bei Interesse und vorhandenen Vorkenntnissen kann ein Seminar auch als Proseminar eingesetzt werden. Vorträge können auch in Zusammenhang einer Bachelor- oder Masterarbeit vergeben werden.

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Studiengang:	Bachelor of Science (PO 2012, PO 2021)
Modul:	<b>Mathematisches Seminar</b> (6 ECTS) – nur PO 2021
Modul:	<b>Wahlpflichtmodul Mathematik</b> (6 ECTS)
Teil des Moduls:	<b>Bachelormodul</b> (15 ECTS) – nur PO 2012
Studiengang:	Master of Science (PO 2014)
Modul:	<b>Mathematisches Seminar A/B</b> (6 ECTS)
Prüfungsleistung:	Vortrag ( <i>Dauer: 45 bis 90 Minuten</i> ) Anmeldung der Prüfung online in HISinOne bis ca. Mittwoch vor Vorlesungsbeginn. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsammt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsammt/termine.html</a> .
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert).

---

Studiengang:	Master of Education (PO 2018)
Modul:	<b>Mathematische Ergänzung</b> (3 ECTS)
Studiengänge:	Master of Science (PO 2014) Zwei-Hauptfächer-Bachelor – Option „Individuelle Studiengestaltung“
Modul:	<b>Wahlmodul</b> (6 ECTS)
Prüfungsleistung:	keine
Studienleistungen:	Vortrag ( <i>Dauer: 45 bis 90 Minuten</i> ) Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert). Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. Mittwoch vor Vorlesungsbeginn. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Bemerkungen:	Je nach Schwere des Vortragsthemas kann der Aufwand für die Veranstaltung höher als die Anzahl der ECTS-Punkte des Moduls „Mathematische Ergänzung“ sein.

---

---

---

# Medical Data Science

Seminar

Harald Binder

Mi 10:00–11:30, HS Medizinische Biometrie

Vorbesprechung: **Mi 19.07.2023**, 11:30–12:30 Uhr, Konferenzraum des IMBI, Stefan-Meier-Str. 26, 1. OG

Voranmeldung: per E-Mail an [regina.gsellinger@uniklinik-freiburg.de](mailto:regina.gsellinger@uniklinik-freiburg.de)

---

## 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 werden.

## Erforderliche Vorkenntnisse:

Gute Kenntnisse in Wahrscheinlichkeitstheorie und Mathematischer Statistik

## Bemerkungen:

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

Bei Interesse und vorhandenen Vorkenntnissen kann ein Seminar auch als Proseminar eingesetzt werden.

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Studiengang:	Bachelor of Science (PO 2012, PO 2021)
Modul:	<b>Mathematisches Seminar</b> (6 ECTS) – nur PO 2021
Modul:	<b>Wahlpflichtmodul Mathematik</b> (6 ECTS)
Teil des Moduls:	<b>Bachelormodul</b> (15 ECTS) – nur PO 2012
Studiengang:	Master of Science (PO 2014)
Modul:	<b>Mathematisches Seminar A/B</b> (6 ECTS)
Prüfungsleistung:	Vortrag ( <i>Dauer: 45 bis 90 Minuten</i> ) Anmeldung der Prüfung online in HISinOne bis ca. Mittwoch vor Vorlesungsbeginn. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert).

---

Studiengang:	Master of Education (PO 2018)
Modul:	<b>Mathematische Ergänzung</b> (3 ECTS)
Studiengänge:	Master of Science (PO 2014) Zwei-Hauptfächer-Bachelor – Option „Individuelle Studiengestaltung“
Modul:	<b>Wahlmodul</b> (6 ECTS)
Prüfungsleistung:	keine
Studienleistungen:	Vortrag ( <i>Dauer: 45 bis 90 Minuten</i> ) Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert). Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. Mittwoch vor Vorlesungsbeginn. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Bemerkungen:	Je nach Schwere des Vortragsthemas kann der Aufwand für die Veranstaltung höher als die Anzahl der ECTS-Punkte des Moduls „Mathematische Ergänzung“ sein.

---

---

---

# Minimalflächen

Seminar

Guofang Wang

Mi 16–18, SR 125

Vorbesprechung: **Di 18.07.2023**, 14:00 Uhr, SR 127

---

## 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.

## Literatur:

- (1) R. Osserman, *A survey of minimal surfaces*, Van Nostrand 1969.
- (2) J.-H. Eschenburg, J. Jost, *Differentialgeometrie und Minimalflächen*, Springer 2007.
- (3) E. Kuwert, *Einführung in die Theorie der Minimalflächen*, Skript 1998.
- (4) W. H. Meeks III, J. Pérez *A survey on classical minimal surface theory*.
- (5) T. Colding, W. P. Minicozzi, *Minimal Surfaces*, New York University 1999.

## Erforderliche Vorkenntnisse:

notwendig: Analysis III oder Mehrfachintegrale, und Funktionentheorie

nützlich: Elementare Differentialgeometrie

## Bemerkungen:

Bei Interesse und vorhandenen Vorkenntnissen kann ein Seminar auch als Proseminar eingesetzt werden.

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Studiengang:	Bachelor of Science (PO 2012, PO 2021)
Modul:	<b>Mathematisches Seminar</b> (6 ECTS) – nur PO 2021
Modul:	<b>Wahlpflichtmodul Mathematik</b> (6 ECTS)
Teil des Moduls:	<b>Bachelormodul</b> (15 ECTS) – nur PO 2012
Studiengang:	Master of Science (PO 2014)
Modul:	<b>Mathematisches Seminar A/B</b> (6 ECTS)
Prüfungsleistung:	Vortrag ( <i>Dauer: 45 bis 90 Minuten</i> ) Anmeldung der Prüfung online in HISinOne bis ca. Mittwoch vor Vorlesungsbeginn. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert).

---

Studiengang:	Master of Education (PO 2018)
Modul:	<b>Mathematische Ergänzung</b> (3 ECTS)
Studiengänge:	Master of Science (PO 2014) Zwei-Hauptfächer-Bachelor – Option „Individuelle Studiengestaltung“
Modul:	<b>Wahlmodul</b> (6 ECTS)
Prüfungsleistung:	keine
Studienleistungen:	Vortrag ( <i>Dauer: 45 bis 90 Minuten</i> ) Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert). Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. Mittwoch vor Vorlesungsbeginn. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Bemerkungen:	Je nach Schwere des Vortragsthemas kann der Aufwand für die Veranstaltung höher als die Anzahl der ECTS-Punkte des Moduls „Mathematische Ergänzung“ sein.

---

---

---

# Operaden in der Algebra, Topologie und Physik

Seminar

Thorsten Hertl, Jonas Schnitzer

Mi 10–12, SR 125

Vorbesprechung: **Mi 19.07.2023**, 10:15 Uhr, SR 218

Voranmeldung: bis 17.07.2023 per E-Mail an [jonas.schnitzer@math.uni-freiburg.de](mailto:jonas.schnitzer@math.uni-freiburg.de)

Webseite: <https://home.mathematik.uni-freiburg.de/geometrie/lehre/ws2023/Operads/>

---

## Inhalt:

*Operaden* sind ein unerlässliches Hilfsmittel im modernen Studium unterliegender Strukturen in der algebraischen Topologie, Differentialgeometrie, nicht-kommutativen Geometrie,  $C^*$ -Algebren, algebraischen Geometrie, Deformationstheorie, Kombinatorik, sowie der Informatik, Quantenfeldtheorie und der Stringtheorie, um einige der wichtigsten Gebiete zu nennen. Viele in diesen Disziplinen auftauchenden Operationen sind nicht strikt assoziativ oder kommutativ, sondern nur bis auf Homotopie. Der klassische Ansatz alles nur bis auf Homotopie zu betrachten, um strikte algebraische Strukturen zu gewinnen, liefert schon gute Resultate, aber ignoriert wesentlich viele ohnehin vorhandenen Informationen. Operaden erlauben uns diese Zusatzinformationen zu behalten und ermöglichen uns die Geheimnisse der Objekte unseres Interesses offenzulegen.

Grob gesagt ist ein Operad eine Folge von Objekten  $\{O(n)\}_{n \geq 1}$  zusammen mit Abbildungen

$$\circ_i: O(n) \times O(m) \rightarrow O(m+n-1)$$

die gewisse Relationen erfüllen. Der Modellfall ist die Folge von Abbildungen  $\{\text{Abb}(X^n, X)\}_{n \geq 1}$  zusammen mit Einsetzungen  $\circ_i$ . Algebraische Operationen auf assoziativen, kommutativen oder Lie-Algebren entsprechen somit Wirkungen geeigneter Operaden auf den unterliegenden Mengen.

In diesem Seminar werden wir zuerst eine solide Grundlage der Operadentheorie schaffen, um danach die *Koszul-Bedingung* genauer zu studieren. In dem letzten Teil des Seminars werden wir Anwendungen der Operaden auf besagte Teilgebiete der Mathematik und Physik ansehen, je nach Interesse und Vorliebe der Teilnehmer.

Obwohl Operaden ein aktives und florierendes Teilgebiet moderne mathematischer Forschung sind, verlangt der Einstieg in die Operadentheorie nur Vorkenntnisse der (linearen) Algebra und minimale Vorkenntnisse elementarer Kategorientheorie. Das Seminar kann daher problemlos von Masterstudenten und ambitionierten Bachelorstudenten besucht werden, die ihren mathematischen Horizont erweitern und Grundlagen für die Forschung in einer aktiven und sich schnell entwickelten mathematischen Disziplin legen wollen.

## Literatur:

- (1) Jean-Louis Loday und Bruno Vallette: *Algebraic Operads*, Grundlehren der mathematischen Wissenschaften, Springer, 2012.
- (2) Martin Markl, Steve Shnider und Jim Stasheff: *Operads in Algebra, Topology and Physics*, Surveys and Monographs, American Mathematical Society, 2002.
- (3) Bruno Vallette: *Algebra + Homotopy = Operads*, Symplectic, Poisson, and noncommutative geometry, 2014, pp. 229–290

## Erforderliche Vorkenntnisse:

Lineare Algebra I+II, Algebra

## Bemerkungen:

Bei Interesse und vorhandenen Vorkenntnissen kann ein Seminar auch als Proseminar eingesetzt werden.

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Studiengang:	Bachelor of Science (PO 2012, PO 2021)
Modul:	<b>Mathematisches Seminar</b> (6 ECTS) – nur PO 2021
Modul:	<b>Wahlpflichtmodul Mathematik</b> (6 ECTS)
Teil des Moduls:	<b>Bachelormodul</b> (15 ECTS) – nur PO 2012
Studiengang:	Master of Science (PO 2014)
Modul:	<b>Mathematisches Seminar A/B</b> (6 ECTS)
Prüfungsleistung:	Vortrag ( <i>Dauer: 45 bis 90 Minuten</i> ) Anmeldung der Prüfung online in HISinOne bis ca. Mittwoch vor Vorlesungsbeginn. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert).
<hr/>	
Studiengang:	Master of Education (PO 2018)
Modul:	<b>Mathematische Ergänzung</b> (3 ECTS)
Studiengänge:	Master of Science (PO 2014) Zwei-Hauptfächer-Bachelor – Option „Individuelle Studiengestaltung“
Modul:	<b>Wahlmodul</b> (6 ECTS)
Prüfungsleistung:	keine
Studienleistungen:	Vortrag ( <i>Dauer: 45 bis 90 Minuten</i> ) Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert). Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. Mittwoch vor Vorlesungsbeginn. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Bemerkungen:	Je nach Schwere des Vortragsthemas kann der Aufwand für die Veranstaltung höher als die Anzahl der ECTS-Punkte des Moduls „Mathematische Ergänzung“ sein.
<hr/> <hr/>	

---

---

# Stochastische (partielle) Differentialgleichungen

Seminar

David Criens, Angelika Rohde

Mi 14–16, SR 125

Vorbesprechung: **Mi 19.07.2023**, 16:15 Uhr, Raum 232, und 19.10.2023, 14:15 Uhr, Raum 232

---

## Inhalt:

Stochastische partielle Differentialgleichungen (SPDEs) tauchen an vielfältigen Stellen in der Mathematik auf. Beispielsweise beschreiben sie Molekularfeldverteilungen von großen Teilchensystemen oder dienen als kanonische Modelle für Zinskurven in der Finanzmathematik. In diesem Seminar beleuchten wir die Theorie von SPDEs aus verschiedenen Perspektiven, die sowohl aus theoretischer als auch aus angewandter Sicht interessant und überraschend sind. Mögliche Themen beschäftigen sich mit Pfad- und Markoveigenschaften, Stationarität oder dem Langzeitverhalten von Lösungen. Aktuelle Themen zu statistischen Fragestellungen oder Bezug zur Finanzmathematik werden auch angeboten.

## Literatur:

Literatur wird in der Vorbesprechung bekanntgegeben.

## Erforderliche Vorkenntnisse:

Stochastische Prozesse.

## Bemerkungen:

Bei Interesse und vorhandenen Vorkenntnissen kann ein Seminar auch als Proseminar eingesetzt werden. An das Seminar kann eine Masterarbeit angeschlossen werden.

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Studiengang:	Bachelor of Science (PO 2012, PO 2021)
Modul:	<b>Mathematisches Seminar</b> (6 ECTS) – nur PO 2021
Modul:	<b>Wahlpflichtmodul Mathematik</b> (6 ECTS)
Teil des Moduls:	<b>Bachelormodul</b> (15 ECTS) – nur PO 2012
Studiengang:	Master of Science (PO 2014)
Modul:	<b>Mathematisches Seminar A/B</b> (6 ECTS)
Prüfungsleistung:	Vortrag ( <i>Dauer: 45 bis 90 Minuten</i> ) Anmeldung der Prüfung online in HISinOne bis ca. Mittwoch vor Vorlesungsbeginn. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert).

---

Studiengang:	Master of Education (PO 2018)
Modul:	<b>Mathematische Ergänzung</b> (3 ECTS)
Studiengänge:	Master of Science (PO 2014) Zwei-Hauptfächer-Bachelor – Option „Individuelle Studiengestaltung“
Modul:	<b>Wahlmodul</b> (6 ECTS)
Prüfungsleistung:	keine
Studienleistungen:	Vortrag ( <i>Dauer: 45 bis 90 Minuten</i> ) Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert). Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. Mittwoch vor Vorlesungsbeginn. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Bemerkungen:	Je nach Schwere des Vortragsthemas kann der Aufwand für die Veranstaltung höher als die Anzahl der ECTS-Punkte des Moduls „Mathematische Ergänzung“ sein.

---

---

---

---

# The Unfolding Method

Seminar

Patrick Dondl, Assistenz: Simone Hermann, Oliver Suchan

Di 16–18, SR 226

Vorbesprechung: **Di 18.07.2023**, 16 Uhr, Handbibliothek der Abteilung für Angewandte Mathematik

Voranmeldung: per E-Mail an sekretariat-aam@mathematik.uni-freiburg.de

---

## Inhalt:

Periodische Homogenisierung ist ein wichtiges Werkzeug zur Betrachtung von Mikrostrukturen mathematischer oder physikalischer Modelle. Viele solcher Modelle werden durch stark inhomogene Koeffizienten beschrieben, was in einem standard Finite Elemente Ansatz den Berechnungsaufwand immens erhöht. Bei periodischer Homogenisierung wird nun angenommen, dass die *Mikrostruktur* eine Periodizität besitzt, mit Periode  $\varepsilon$ . Das heißt auch die Koeffizienten besitzen diese Periodizität und das Lösen dieses Problems kann nun auf eine  $\varepsilon$ -Zelle reduziert werden. Anschließend wird der Grenzwert der Periode  $\varepsilon \rightarrow 0$  betrachtet, was dann zu *konstanten* Materialeigenschaften und einem homogenen Modell führt. Dabei ist *Zwei-Skalen-Konvergenz* ein hilfreiches Mittel zur Bestimmung dieses Grenzwertes. Dieser Konvergenzbegriff ist jedoch in gewissen Modellen nicht einfach anzuwenden, wofür die *Unfolding Methode* Abhilfe schaffen soll. Dabei handelt es sich um einen operatortheoretischen Ansatz an die Homogenisierung, bei welchem lediglich schwache Konvergenz gezeigt werden muss. Somit stellt die Unfolding Methode ein mächtiges Framework sowohl für periodische Homogenisierung als auch für *stochastische Homogenisierung* dar. Bei der stochastischen Homogenisierung geht man von einer allgemeineren Mikrostruktur aus, die einer gewissen Verteilung unterliegt und den periodischen Fall generalisiert.

## Erforderliche Vorkenntnisse:

Analysis I–III, Funktionalanalysis, Sobolevräume, Schwache Formulierung partieller Differentialgleichungen

## Bemerkungen:

Bei Interesse und vorhandenen Vorkenntnissen kann ein Seminar auch als Proseminar eingesetzt werden.

## Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Studiengang:	Bachelor of Science (PO 2012, PO 2021)
Modul:	<b>Mathematisches Seminar</b> (6 ECTS) – nur PO 2021
Modul:	<b>Wahlpflichtmodul Mathematik</b> (6 ECTS)
Teil des Moduls:	<b>Bachelormodul</b> (15 ECTS) – nur PO 2012
Studiengang:	Master of Science (PO 2014)
Modul:	<b>Mathematisches Seminar A/B</b> (6 ECTS)
Prüfungsleistung:	Vortrag ( <i>Dauer: 45 bis 90 Minuten</i> ) Anmeldung der Prüfung online in HISinOne bis ca. Mittwoch vor Vorlesungsbeginn. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Studienleistungen:	Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert).

---

Studiengang:	Master of Education (PO 2018)
Modul:	<b>Mathematische Ergänzung</b> (3 ECTS)
Studiengänge:	Master of Science (PO 2014) Zwei-Hauptfächer-Bachelor – Option „Individuelle Studiengestaltung“
Modul:	<b>Wahlmodul</b> (6 ECTS)
Prüfungsleistung:	keine
Studienleistungen:	Vortrag ( <i>Dauer: 45 bis 90 Minuten</i> ) Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert). Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. Mittwoch vor Vorlesungsbeginn. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Bemerkungen:	Je nach Schwere des Vortragsthemas kann der Aufwand für die Veranstaltung höher als die Anzahl der ECTS-Punkte des Moduls „Mathematische Ergänzung“ sein.

---

# Sonstige Veranstaltungen

---

---

## Lernen durch Lehren

Begleitveranstaltung zu einem Tutorat

Organisation: *Susanne Knies*

Termininformationen siehe:

Webseite: <https://home.mathematik.uni-freiburg.de/ldl/index1.html>

---

### 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).

### Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Studiengänge:	Bachelor of Science (PO 2012, PO 2021) Master of Science (PO 2014) Zwei-Hauptfächer-Bachelor – Option „Individuelle Studiengestaltung“
Modul:	<b>Wahlmodul</b> (3 ECTS)
Prüfungsleistung:	keine
Studienleistungen:	Teilnahme an beiden Terminen des Tutoratsworkshops. Regelmäßige Teilnahme an der Tutorenbesprechung. Zwei gegenseitige Tutoratsbesuche mit einem (oder mehreren) anderen Modulteilnehmern. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genaue Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
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). Das Modul kann im M.Sc.-Studiengang zweimal absolviert werden (in verschiedenen Semestern, aber u.U. in Tutoraten zur gleichen Vorlesung), in den anderen Studiengängen einmal.

---

---

---

---

## Lesekurse „Wissenschaftliches Arbeiten“

angeleitetes Selbststudium

alle Professor:inn:en des Mathematischen Instituts

Kurse nach Absprache und 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:

Studiengänge:	Master of Education (PO 2018) Master of Education als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten (PO 2021)
Modul:	<b>Wissenschaftliches Arbeiten</b> (9 ECTS)
Prüfungsleistung:	Mündliche Prüfung ( <i>Dauer: ca. 30 Minuten</i> ) Anmeldung der Prüfung schriftlich im Prüfungsamt bis spätestens drei Wochen vor dem mit Prüfer:in vereinbarten Prüfungstermin.
Studienleistungen:	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. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genauere Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .
Studiengang:	Master of Science (PO 2014)
Modul:	<b>Mathematik</b> (11 ECTS)
Teil des Moduls:	<b>Vertiefungsmodul</b> (21 ECTS)
Prüfungsleistung:	Mündliche Abschlussprüfung über alle Teile des Moduls ( <i>Dauer: ca. 30 Minuten, im Vertiefungsmodul ca. 45 Minuten</i> ) Anmeldung der Prüfung schriftlich im Prüfungsamt bis spätestens drei Wochen vor dem mit Prüfer:in vereinbarten Prüfungstermin.
Studienleistungen:	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. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genauere Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .

---

Studiengang:	Master of Science (PO 2014)
Modul:	<b>Wahlmodul</b> (9 ECTS)
Prüfungsleistung:	keine
Studienleistungen:	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. Registrierung der Studienleistung online in HISinOne bis ca. zwei Wochen vor Vorlesungsende. Genauere Daten siehe <a href="https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html">https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/termine.html</a> .

---

---