

---

Universität Freiburg – Mathematisches Institut

# Sommersemester 2024

Kommentiertes Vorlesungsverzeichnis

---

# 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>
Algebraische Topologie II ( <i>Sebastian Goette</i> ) . . . . .	10
Analysis II ( <i>Patrick Dondl</i> ) . . . . .	11
Differentialgeometrie II – Vektorbündel ( <i>Nadine Große</i> ) . . . . .	12
Funktionalanalysis ( <i>Ernst Kuwert</i> ) . . . . .	13
Kommutative Algebra und Einführung in die Algebraische Geometrie ( <i>Annette Huber-Klawitter</i> ) . . . . .	14
Kurven und Flächen ( <i>Christian Ketterer</i> ) . . . . .	15
Lineare Algebra II ( <i>Angelika Rohde</i> ) . . . . .	16
Maschinelles Lernen aus Stochastischer Sicht ( <i>Thorsten Schmidt</i> ) . . . . .	17
Mathematische Logik ( <i>Heike Mildenerger</i> ) . . . . .	18
Topology ( <i>Amador Martín Pizarro</i> ) . . . . .	19
Wahrscheinlichkeitstheorie ( <i>Peter Pfaffelhuber</i> ) . . . . .	20
<b>2-stündige Vorlesungen</b>	<b>21</b>
Applications of Set Theory in Algebra and in Topology ( <i>Maxwell Levine</i> ) . . . . .	22
Elementargeometrie ( <i>Nadine Große</i> ) . . . . .	23
Geometrische Variationsproblemen ( <i>Ernst Kuwert</i> ) . . . . .	24
Gewöhnliche Differentialgleichungen ( <i>Florian Johne</i> ) . . . . .	25
Mathematical Introduction to Deep Learning ( <i>Diyora Salimova</i> ) . . . . .	26
Mathematische Modellierung ( <i>Michael Růžička</i> ) . . . . .	27
Numerik II ( <i>Alexei Gazca</i> ) . . . . .	28
Stochastik II ( <i>Ernst August v. Hammerstein</i> ) . . . . .	29
<b>Fachdidaktikveranstaltungen</b>	<b>30</b>
Einführung in die Fachdidaktik der Mathematik ( <i>Katharina Böcherer-Linder</i> ) . . . . .	31
Fachdidaktik der mathematischen Teilgebiete (-) . . . . .	32
– Teil 1: Didaktik der Funktionen und der Analysis ( <i>Ralf Erens</i> ) . . . . .	32
– Teil 2: Didaktik der Stochastik und der Algebra ( <i>Katharina Böcherer-Linder</i> ) . . . . .	32
Fachdidaktische Entwicklung: Gleichungen ( <i>Jürgen Kury</i> ) . . . . .	34
Fachdidaktische Entwicklung: Mathe <sub>Unterricht</sub> = Mathe <sub>Studium</sub> ± x ( <i>Holger Dietz</i> ) . . . . .	35
Fachdidaktische Entwicklung: Seminare der PH Freiburg ( <i>Dozent:inn:en der PH Freiburg</i> ) . . . . .	36
Fachdidaktische Forschung (-) . . . . .	37
– Teil 1: Fachdidaktische Entwicklungsforschung zu ausgewählten Schwerpunkten ( <i>Frank Reinhold</i> ) . . . . .	37
– Teil 2: Methoden der mathematikdidaktischen Forschung ( <i>Frank Reinhold</i> ) . . . . .	37
– Teil 3: Entwicklung und Optimierung eines fachdidaktischen Forschungsprojekts ( <i>Dozent:inn:en der PH Freiburg</i> ) . . . . .	37

<b>Praktische Übungen</b>	<b>38</b>
<hr/>	
Einführung in die Programmierung für Studierende der Naturwissenschaften ( <i>Ludwig Striet</i> ) . . . . .	39
Praktische Übung zu Maschinelles Lernen aus Stochastischer Sicht ( <i>Thorsten Schmidt</i> ) . . . . .	40
Praktische Übung Numerik ( <i>Alexei Gazca</i> ) . . . . .	41
Praktische Übung Stochastik ( <i>Ernst August v. Hammerstein</i> ) . . . . .	42
<b>Proseminare</b>	<b>43</b>
<hr/>	
Eindimensionale Variationsrechnung ( <i>Patrick Dondl</i> ) . . . . .	44
Kombinatorik ( <i>Markus Junker</i> ) . . . . .	45
Unendlichdimensionale Vektorräume ( <i>Susanne Knies</i> ) . . . . .	46
<b>Seminare</b>	<b>47</b>
<hr/>	
Prikry-Forcing ( <i>Heike Mildenerger</i> ) . . . . .	48
Funktionskörper ( <i>Andreas Demleitner</i> ) . . . . .	49
Die Geometrie von Blätterungen ( <i>Christian Ketterer, Jonas Schnitzer</i> ) . . . . .	50
Numerik partieller Differentialgleichungen ( <i>Sören Bartels</i> ) . . . . .	52
Uniforme zentrale Grenzwertsätze für stochastische Prozesse (Uniform central limit theorems for stochastic processes) ( <i>Angelika Rohde</i> ) . . . . .	53
Medical Data Science ( <i>Harald Binder</i> ) . . . . .	54
Credit Risk ( <i>Eva Lütkebohmert-Holtz</i> ) . . . . .	55
<b>Sonstige Veranstaltungen</b>	<b>56</b>
<hr/>	
Die Mathematik und das Göttliche ( <i>Andreas Henn, Markus Junker</i> ) . . . . .	57
Lernen durch Lehren ( <i>Organisation: Susanne Knies</i> ) . . . . .	58
Lesekurse „Wissenschaftliches Arbeiten“ ( <i>alle Professor:inn:en des Mathematischen Instituts</i> ) . . . . .	59

# 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“ 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

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

Bitte beachten Sie:

- Abweichungen von der angegeben 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	B . S c . (PO 2021)					M . S c .					2 - H f . - B .					M . E d .					
	Pflichtveranstaltung	Proseminar	Seminar	Wahlpflicht 4-stündig	Wahlpflicht andere	Wahlbereich	Reine Mathe.	Angewandte Mathe.	Mathematik	Vertiefungsmodul	Seminar A / B	Wahlbereich	Pflichtveranstaltung *	Proseminar *	Prakt. Übung *	Lehramtsoption *	andere Option	Pflichtveranstaltung *	Math. Ergänzung	Math. Vertiefung *	Fachdid. Entwicklung *
Algebraische Topologie II	●			○			●	●	●	●	⑨						⑨			○	
Analysis II																					
Applications of Set Theory in Algebra and in Topology				○	⑥		○	○	○		⑥						⑥		○		
Differentialgeometrie II – Vektorbündel							●	●	●		⑨						⑨				
Didaktik der Funktionen und der Analysis							●	●	●									●			
Didaktik der Stochastik und der Algebra							●	●	●									●			
Einführung in die Fachdidaktik der Mathematik																					
Einführung in die Programmierung für Stud. der Naturwiss.	●														●						
Elementargeometrie					⑥																
Fachdidaktikseminare						④															●
Funktionalanalysis				●			●	●	●		⑨						⑨			○	
Kommutative Algebra und Einf. in die alg. Geometrie				●			●	●	●		⑨						⑨		●		
Kurven und Flächen				●			●	●	●		⑨						⑨		●		
Lernen durch Lehren						③					③						③				
Lineare Algebra II	●																				
Maschinelles Lernen aus Stochastischer Sicht				●			●	●	●		⑨						⑨			○	
Mathematische Logik				●			●	●	●		⑨						⑨		●		
Mathematical Introduction to Deep Learning					⑥		○	○	○		⑥						⑥		○		
Mathematische Modellierung					⑥		○	○	○		⑥						⑥		○		
Numerik II	●																				
Praktische Übung Mathematik					③												③		●		
Praktische Übung zu „Numerik“ (zweisemestrig)	●																③		●		
Praktische Übung zu „Stochastik“					③												③		●		
Proseminar		●																			
Seminare		○																			
Stochastik II					⑥						⑥						⑥		●		
Topology				●			●	●	●		⑨						⑨			●	
Wahrscheinlichkeitstheorie				●			●	●	●		⑨						⑨		●		
Wissenschaftliches Arbeiten								○	○		⑨									●	

● Pflicht oder typisch ○, ● 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 *Schifflande* (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

---

---

# Algebraische Topologie II

4-stündige Vorlesung mit 2-stündiger Übung

Sebastian Goette, Assistenz: Jonas Schnitzer

Vorlesung: Di 14–16, Fr 10–12, SR 125 im Math. Institut

Übung: Termin wird noch festgelegt

Webseite: <https://home.mathematik.uni-freiburg.de/geometrie/lehre/ss2024/AlgTop2/>

---

## Inhalt:

Die algebraische Topologie untersucht topologische Räume mit 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 diesem Teil der Vorlesung führen wir Kohomologie axiomatisch ein, inklusive Cup- und Cap-Produkten, Orientierungen, und lernen wichtige Resultate wie den Thom-Isomorphismus sowie Spanier-Whitehead- und Poincaré-Dualität kennen. Multiplikative Kohomologietheorien lassen sich durch Ringspektren darstellen. Wir behandeln neben klassischer Kohomologie auch K-Theorie und Kobordismus. Spektren erlauben auch einen klareren Blick auf Kohomologie-Operationen und Abbildungen zwischen verschiedenen Kohomologietheorien, wie zum Beispiel charakteristische Klassen.

## Literatur:

- (1) T. 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:

Algebraische Topologie I, insbesondere Grundkenntnisse in Homotopietheorie und Homologie

## Verwendbarkeit:

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)
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)
<hr/>	
Studiengänge:	Master of Science (PO 2014) Zwei-Hauptfächer-Bachelor – Option „Individuelle Studiengestaltung“
Modul:	<b>Wahlmodul</b> (9 ECTS)

---

---

---

---

## Analysis II

4-stündige Vorlesung mit 2-stündiger Übung

*Patrick Dondl, Assistenz: Coffi Aristide Hounkpe*

Vorlesung: Mo, Mi 8–10, HS Rundbau

Übung: verschiedene Termine

---

### Inhalt:

Analysis II ist die Fortsetzung der Vorlesung Analysis I aus dem Wintersemester und eine der Grundvorlesungen des Mathematikstudiums. Darin werden zentrale Konzepte von Analysis I (Grenzwerte, Ableitungen) auf der mehrdimensionalen Fall verallgemeinert.

Zentrale Themen sind: Die Topologie des  $\mathbb{R}^n$ , Metriken und Normen, Differentialrechnung in mehreren Veränderlichen, Wegintegrale, gewöhnliche und insbesondere lineare Differentialgleichungen.

### Erforderliche Vorkenntnisse:

Analysis I, Lineare Algebra I

### Bemerkungen:

Studierende, die Analysis II hören möchten, ohne Lineare Algebra I gehört zu haben, können sich für den brückenkurs Lineare Algebra melden, der die nötigen Vorkenntnisse im begleitenden Selbststudium bereitstellt.

### Verwendbarkeit:

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:	<b>Analysis I+II bzw. Analysis</b> (18 ECTS)
Studiengang:	Bachelor of Science (PO 2012)
Modul:	<b>Analysis II</b> (9 ECTS)

---

---

---

---

# Differentialgeometrie II – Vektorbündel

4-stündige Vorlesung mit 2-stündiger Übung

Nadine Große, Assistenz: Jonah Reuß

Vorlesung: Di, Do 10–12, SR 404 im Math. Institut

Übung: Termin wird noch festgelegt

Webseite: <https://home.mathematik.uni-freiburg.de/ngrosse/teaching/Vorlesungen/DiffGeoII.html>

---

## Inhalt:

In dieser Vorlesung sollen zunächst Begriffe und Methoden rund um Faserbündel behandelt werden. Diese bilden die grundlegenden Begriffe zur Behandlung vieler geometrischer Probleme auf gekrümmten Räumen sowie zur mathematischen Modellierung von Eichfeldtheorien in der theoretischen Physik. So ist z. B. der Elektromagnetismus ein einfaches Beispiel einer Eichfeldtheorie. Als weiteres Beispiel werden wir als nichtabelsche Eichtheorie die Yang-Mills Theorie behandeln.

Im zweiten Teil der Vorlesung behandeln wir elliptische Differentialoperatoren auf Mannigfaltigkeiten und Bündeln, insbesondere den Laplaceoperator und soweit die Zeit zulässt den Diracoperator.

## Literatur:

H. Baum: *Eichfeldtheorie*, Springer 2014.

## Erforderliche Vorkenntnisse:

Differentialgeometrie I

## Verwendbarkeit:

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

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

Studiengänge: Master of Education (PO 2018)

Master of Education als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten (PO 2021)

Modul: **Mathematische Vertiefung** (9 ECTS)

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: **Reine Mathematik** (11 ECTS)

Modul: **Mathematik** (11 ECTS)

Teil des Moduls: **Vertiefungsmodul** (21 ECTS)

---

Studiengänge: Master of Science (PO 2014)

Zwei-Hauptfächer-Bachelor – Option „Individuelle Studiengestaltung“

Modul: **Wahlmodul** (9 ECTS)

---

---

---

---

# Funktionalanalysis

4-stündige Vorlesung mit 2-stündiger Übung

Ernst Kuwert, Assistenz: Florian Johne

Vorlesung: Mo, Mi 14-16, HS II

Übung: Termin wird noch festgelegt

---

## Inhalt:

Die lineare Funktionalanalysis, um die es in der Vorlesung geht, verwendet Konzepte der linearen Algebra wie Vektorraum, linearer Operator, Dualraum, Skalarprodukt, adjungierte Abbildung, Eigenwert, Spektrum, um Gleichungen in unendlichdimensionalen Funktionenräumen zu lösen, vor allem lineare Differentialgleichungen. Die algebraischen Begriffe müssen dazu durch topologische Konzepte wie Konvergenz, Vollständigkeit, Kompaktheit erweitert werden. Dieser Ansatz ist zu Beginn des 20. Jahrhunderts u. a. von Hilbert entwickelt worden, er gehört nun zum methodischen Fundament der Analysis, der Numerik, sowie der Mathematischen Physik, insbesondere der Quantenmechanik, und ist auch in anderen mathematischen Gebieten unverzichtbar.

Schwerpunkt der Vorlesung sind Aspekte, die für partielle Differentialgleichungen relevant sind.

## Literatur:

- (1) Alt, H.W.: *Lineare Funktionalanalysis* (4. Auflage), Springer 2002.
- (2) Bachmann, G., Narici, L.: *Functional Analysis*, Academic Press 1966.
- (3) Brézis, H.: *Analyse Fonctionnelle*, Masson, Paris 1983.

## Erforderliche Vorkenntnisse:

Lineare Algebra I+II, Analysis I–III

## Verwendbarkeit:

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

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

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: **Mathematische Vertiefung** (9 ECTS)

---

Studiengang: Master of Science (PO 2014)

Modul: **Angewandte Mathematik** (11 ECTS)

Modul: **Reine Mathematik** (11 ECTS)

---

Studiengänge: Master of Science (PO 2014)

Zwei-Hauptfächer-Bachelor – Option „Individuelle Studiengestaltung“

Modul: **Wahlmodul** (9 ECTS)

---

---

---

---

# Kommutative Algebra und Einführung in die Algebraische Geometrie

4-stündige Vorlesung mit 2-stündiger Übung

Annette Huber-Klawitter, Assistenz: Christoph Brackenhofner

Vorlesung: Di, Do 8-10, HS II

Übung: Termin wird noch festgelegt

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

---

## Inhalt:

Kommutative Algebra ist eine allgemeinere Version der linearen Algebra über kommutativen Ringen statt über Körpern. Der Begriff des Moduls ersetzt den des Vektorraums. Auch weite Teile von Geometrie und Analysis verwenden diese Konzepte oder Variationen. Hauptanwendungsgebiete sind jedoch Zahlentheorie und algebraische Geometrie. Wir werden die formale Theorie daher mit einem der wichtigsten Anwendungsfälle kombinieren und gleichzeitig die Grundlagen der algebraischen Geometrie erarbeiten. Algebraische Varietäten sind Teilmengen von  $k^n$  (dabei ist  $k$  ein zunächst algebraisch abgeschlossener Körper), die durch Polynomgleichungen mit Koeffizienten in  $k$  definiert werden. Dies sind geometrische Objekte, für  $k = \mathbb{C}$  sogar analytische. Wir studieren sie mit algebraischen Methoden. Die Theorie der affinen Varietäten entspricht der Theorie der Ideale in Polynomringen mit endlich vielen Variablen. Damit ist der Bogen zur kommutativen Algebra gespannt. Ziel der Veranstaltung ist der Beweis (einer Verallgemeinerung) des Satzes von Bézout zum Schnittverhalten von algebraischen Varietäten.

## Erforderliche Vorkenntnisse:

notwendig: Lineare Algebra I+II

nützlich: Algebra und Zahlentheorie

## Bemerkungen:

Es handelt sich um eine Grundvorlesung im algebraischen Bereich, die bei den weiterführenden Veranstaltungen zu algebraischen Themen (algebraische Geometrie, Zahlentheorie, Darstellungstheorie, ...) vorausgesetzt wird. Es besteht die Möglichkeit, aufbauend auf der Vorlesung eine Bachelor-Arbeit im Bereich algebraische Geometrie anzufertigen.

## Verwendbarkeit:

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

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

---

Studiengänge: Master of Education (PO 2018)

Master of Education als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten (PO 2021)

Modul: **Mathematische Vertiefung** (9 ECTS)

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: **Reine Mathematik** (11 ECTS)

Modul: **Mathematik** (11 ECTS)

Teil des Moduls: **Vertiefungsmodul** (21 ECTS)

---

Studiengänge: Master of Science (PO 2014)

Zwei-Hauptfächer-Bachelor – Option „Individuelle Studiengestaltung“

Modul: **Wahlmodul** (9 ECTS)

---

---

---

---

# Kurven und Flächen

4-stündige Vorlesung mit 2-stündiger Übung

Christian Ketterer, Assistenz: N. N.

Vorlesung: Mo, Mi 10-12, HS II

Übung: Termin wird noch festgelegt

---

## Inhalt:

Die Vorlesung behandelt die Geometrie ebener Kurven, sowie von Kurven und Flächen im 3-dimensional Euklidischen Raum. Im Vordergrund steht dabei die Frage, was die Krümmung einer Kurve bzw. einer Fläche ist und welche geometrische Bedeutung sie lokal, sowie als Ganzes, für die Kurve bzw. die Fläche hat.

Für Kurven werden wir unter anderem die Frenet Gleichungen, den Umlaufsatz von Hopf, sowie die Ungleichung von Fenchel kennenlernen. Wir werden parametrisierte Flächen im 3-dimensional Raum untersuchen und ihre erste und zweite Fundamentalform definieren sowie Krümmungsbegriffe einführen. Ein Ziel der Vorlesung ist das Gauss'sche Theorema Egregium sowie der Satz von Gauss-Bonnet. Entlang der Theorie werden zahlreiche Beispiele behandelt. Gegen Ende der Vorlesung werden abstrakte, also nicht eingebettete Flächen betrachtet, zum Beispiel die hyperbolische Ebene.

Die Vorlesung ist für Studierende im B.Sc. Mathematik und im 2-Hf-Bachelor gleichermaßen geeignet, und sie ist bei Vertiefungen in den Bereichen Analysis, Geometrische Analysis, Differentialgeometrie und Angewandte Mathematik relevant.

## Literatur:

- (1) C. Bär: *Elementare Differentialgeometrie* (2. Auflage), De Gruyter 2010.
- (2) M. P. do Carmo: *Differential Geometry of Curves and Surfaces* (Second Edition), Dover Publications, 2016.

## Erforderliche Vorkenntnisse:

Lineare Algebra I, II, Analysis I, II sowie Kenntnisse höherdimensionaler Integration aus Analysis III oder Erweiterung der Analysis

## Verwendbarkeit:

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

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

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: **Mathematische Vertiefung** (9 ECTS)

---

Studiengang: Master of Science (PO 2014)

Modul: **Reine Mathematik** (11 ECTS)

---

Studiengänge: Master of Science (PO 2014)

Zwei-Hauptfächer-Bachelor – Option „Individuelle Studiengestaltung“

Modul: **Wahlmodul** (9 ECTS)

---

---

---

---

# Lineare Algebra II

4-stündige Vorlesung mit 2-stündiger Übung

*Angelika Rohde, Assistenz: Johannes Brutsche*

Vorlesung: Di, Do 8–10, HS Rundbau

Übung: verschiedene Termine

---

## Inhalt:

Lineare Algebra II ist die Fortsetzung der Vorlesung Lineare Algebra I aus dem Wintersemester und eine der Grundvorlesungen des Mathematikstudiums. Zentrale Themen sind: Jordan'sche Normalform von Endomorphismen, symmetrische Bilinearformen mit insbesondere dem Sylvester'schen Trägheitssatz, Euklidische und Hermite'sche Vektorräume, Skalarprodukte, Orthonormalbasen, orthogonale und (selbst-)adjungierte Abbildungen, Spektralsatz, Hauptachsentransformation.

## Erforderliche Vorkenntnisse:

Lineare Algebra I

## Verwendbarkeit:

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:	<b>Lineare Algebra</b> (18 ECTS)
<hr/>	
Studiengang:	Bachelor of Science (PO 2012)
Modul:	<b>Lineare Algebra II</b> (9 ECTS)
<hr/>	
Studiengang:	Master of Education als Erweiterungsfach mit 90 ECTS-Punkten (PO 2021)
Teil des Moduls:	<b>Lineare Algebra</b> (15 ECTS)

---

---



---

---

# Maschinelles Lernen aus Stochastischer Sicht

4-stündige Vorlesung mit 2-stündiger Übung

*Thorsten Schmidt, Assistenz: Moritz Ritter*

Vorlesung: Do 12-14, Fr 10-12, SR 226 im Gebäude des Rechenzentrums

Übung: Termin wird noch festgelegt

Webseite: <https://www.stochastik.uni-freiburg.de/de/professoren/thorsten-schmidt/lehre>

---

## Inhalt:

In dieser Vorlesung werden wir Maschinelles Lernen aus mathematischer Sicht und aus praktischer Sicht betrachten. Mathematisch äußerst interessant sind die fundamentalen Sätze wie das universale Approximationstheorem – alle Funktionen können durch neuronale Netzwerke approximiert werden. Wir werden den entsprechenden Formalismus entwickeln um die Grundlagen des ML zu verstehen und einen Teil der aktuellen Forschung auf diesem Gebiet kennenlernen. Insbesondere stochastische Anwendungen wie in der Finanz- und Versicherungsmathematik und Large Language Models wie ChatGPT werden besprochen. Der anwendungsbezogene Teil beinhaltet Programmierung in Python – hier werden zunächst existierende Implementierungen vorgestellt. Im zweiten Teil der Vorlesung werden in Arbeitsgruppen eigene Projekte umgesetzt.

## Erforderliche Vorkenntnisse:

Stochastik I

Kenntnis in Python oder die Bereitschaft es zu erlernen sollte vorhanden sein.

## Verwendbarkeit:

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

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

Studiengänge: Master of Education (PO 2018)

Master of Education als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten (PO 2021)

Modul: **Mathematische Vertiefung** (9 ECTS)

---

Studiengang: Master of Science (PO 2014)

Modul: **Angewandte Mathematik** (11 ECTS)

Modul: **Mathematik** (11 ECTS)

Teil des Moduls: **Vertiefungsmodul** (21 ECTS)

---

Studiengänge: Master of Science (PO 2014)

Zwei-Hauptfächer-Bachelor – Option „Individuelle Studiengestaltung“

Modul: **Wahlmodul** (9 ECTS)

---

---

---

---

# Mathematische Logik

4-stündige Vorlesung mit 2-stündiger Übung

Heike Mildenerger, Assistenz: Hannes Jakob

Vorlesung: Di, Do 10-12, HS II

Übung: Termin wird noch festgelegt

Webseite: <https://home.mathematik.uni-freiburg.de/mildenerger/veranstaltungen/ss24/logik.html>

---

## Inhalt:

Dies ist eine Einführung in die mathematische Logik. Wir werden den Begriff eines mathematischen Beweises präzisieren. Für den festgelegten Beweisbegriff beantworten wir dann folgende Fragen: Von welchen (nicht beweisbaren) Grundprinzipien geht man aus? Kann man das Nachprüfen oder gar das Finden von Beweisen geeigneten Computern überlassen? Gegenstände der Vorlesung sind der Gödel'sche Vollständigkeitssatz und die Gödel'schen Unvollständigkeitssätze und die ersten Grundlagen der Rekursionstheorie, der Modelltheorie und der Mengenlehre.

## Literatur:

- (1) H.-D. Ebbinghaus, J. Flum, W. Thomas: *Einführung in die mathematische Logik*, Spektrum Verlag, 2007.
- (2) Martin Hils and François Loeser: *A First Journey Through Logic*, Student Mathematical Library vol. 89, American Mathematical Society, Providence, RI, 2019.
- (3) Peter G. Hinman: *Fundamentals of Mathematical Logic*. A K Peters, Ltd., Wellesley, MA, 2005. xvi+878 pp
- (4) Joseph R. Shoenfield, Joseph: *Mathematical Logic*. Reprint of the 1973 second printing. Association for Symbolic Logic, Urbana, IL A K Peters, Ltd., Natick, MA, 2001.
- (5) Martin Ziegler: Vorlesungsskript „Mathematische Logik“.
- (6) Martin Ziegler: *Mathematische Logik*, 2. Auflage, Birkhäuser, 2017.

## Erforderliche Vorkenntnisse:

Grundlegende Mathematikkenntnisse aus Erstsemestervorlesungen

## Verwendbarkeit:

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

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

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: **Mathematische Vertiefung** (9 ECTS)

---

Studiengang: Master of Science (PO 2014)

Modul: **Reine Mathematik** (11 ECTS)

---

Studiengänge: Master of Science (PO 2014)

Zwei-Hauptfächer-Bachelor – Option „Individuelle Studiengestaltung“

Modul: **Wahlmodul** (9 ECTS)

---

---

---

---

# Topology

4-stündige Vorlesung mit 2-stündiger Übung

*Amador Martín Pizarro, Assistenz: Francesco Gallinaro*

Vorlesung: Di, Do 12-14, HS II

Übung: Termin wird noch festgelegt

---

## Inhalt:

In this course, we will explore notions which already appeared in Analysis I and II such as continuity, limits and smooth deformations. The contents of the course can be structured into two blocks. First, we will introduce many of the relevant notions in General Topology (also known as point-set topology), which appear in some form in almost all areas of Mathematics. The second part of the course focuses on Algebraic Topology, and in particular, covering spaces and the fundamental group, introduced by Poincaré in 1895. We will see several applications of these notions, such as Brouwer's fixed-point Theorem, which states that every continuous map from the closed unit disk into itself has a fixed point, or the fundamental theorem of algebra, which states that the field of complex numbers is algebraically closed.

## Literatur:

- (1) J. R. Munkres: *Topology* (Second Edition), Prentice-Hall, 2000.
- (2) B. v. Querenburg: *Mengentheoretische Topologie* (3. Auflage), Springer, 2001.

## Erforderliche Vorkenntnisse:

Lineare Algebra I, Analysis I+II

## Bemerkungen:

The lectures will be held in English. The course notes will be in German.  
Die Übungsaufgaben können auf Deutsch bearbeitet werden.

## Verwendbarkeit:

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

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

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: **Mathematische Vertiefung** (9 ECTS)

---

Studiengang: Master of Science (PO 2014)

Modul: **Reine Mathematik** (11 ECTS)

---

Studiengänge: Master of Science (PO 2014)

Zwei-Hauptfächer-Bachelor – Option „Individuelle Studiengestaltung“

Modul: **Wahlmodul** (9 ECTS)

---

---

---

---

# Wahrscheinlichkeitstheorie

4-stündige Vorlesung mit 2-stündiger Übung

Peter Pfaffelhuber, Assistenz: Samuel Adeosun

Vorlesung: Mo, Mi 12-14, HS II

Übung: Termin wird noch festgelegt

---

## Inhalt:

Diese Vorlesung ist eine Fortsetzung der Vorlesung Stochastik+I. Nach einer kurzen Wiederholung von maßtheoretischen Grundlagen werden schwerpunktmäßig Themen wie das Gesetz der großen Zahlen, der zentrale Grenzwertsatz und bedingte Erwartungen behandelt.

## Literatur:

- (1) O. Kallenberg: *Foundations of Modern Probability* (Third Edition, Vol. 1), Springer, 2021.
- (2) A. Klenke: *Wahrscheinlichkeitstheorie* (4. Auflage), Springer Spektrum, 2020.
- (3) D. Williams: *Probability with Martingales*, Cambridge University Press, 1991.

## Erforderliche Vorkenntnisse:

notwendig: Analysis I+II, Lineare Algebra I, Stochastik I

nützlich: Analysis III

## Bemerkungen:

Die Vorlesung ist obligatorisch für Studierende, die in Stochastik oder Statistik eine Arbeit schreiben oder einen Prüfungsschwerpunkt wählen wollen.

## Verwendbarkeit:

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

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

---

Studiengänge: Master of Education (PO 2018)

Master of Education als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten (PO 2021)

Modul: **Mathematische Vertiefung** (9 ECTS)

---

Studiengang: Master of Science (PO 2014)

Modul: **Angewandte Mathematik** (11 ECTS)

---

Studiengänge: Master of Science (PO 2014)

Zwei-Hauptfächer-Bachelor – Option „Individuelle Studiengestaltung“

Modul: **Wahlmodul** (9 ECTS)

---

---

# **2-stündige Vorlesungen**

---

---

# Applications of Set Theory in Algebra and in Topology

2-stündige Vorlesung mit 2-stündiger Übung

Maxwell Levine

Vorlesung: Mi 12–14, SR 127 im Math. Institut

Übung: Termin wird noch festgelegt

---

## Inhalt:

This course is intended to provide a gentle introduction to some applications of set theory in algebra and topology (with more emphasis on the latter). We will mostly consider applications to functions on the set of real numbers.

The material will consist roughly of the following: First, we will look at classical theorems on suborders of the reals, for example Sierpinski's theorem that there are  $2^{\aleph_0}$ -many non-isomorphic suborders of the reals of cardinality  $2^{\aleph_0}$ . Second, we will study applications of elementary submodels, for example Arhangel'skii's theorem that every compact, first countable topological space has size at most the cardinality of the real numbers. Third, we will consider statements about functions on the reals that are equivalent to Cantor's continuum hypothesis. Time permitting, we will also discuss applications of Martin's Axiom.

## Erforderliche Vorkenntnisse:

Background in basic mathematical logic, basic abstract algebra, and point-set topology will be recommended but not required for motivated students. More precisely, it is helpful to be familiar with the notions of transfinite induction, elementary submodels, the Downward Löwenheim-Skolem Theorem, the notion of a group, and the definition of compactness in topology. All of these concepts will be reviewed briefly in the lectures.

## Bemerkungen:

Die Veranstaltung findet auf Englisch statt.

## Verwendbarkeit:

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

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

---

Studiengang: Master of Science (PO 2014)

Teil des Moduls: **Reine Mathematik** (11 ECTS)

Teil des Moduls: **Mathematik** (11 ECTS)

Teil des Moduls: **Vertiefungsmodul** (21 ECTS)

Bemerkungen: Zweistündige Vorlesungen gehen mit 4,5 ECTS-Punkten in das Modul ein – unabhängig vom Umfang der Übungen und von der in anderen Modulen vergebenen Anzahl an ECTS-Punkten.

---

Studiengang: Master of Education (PO 2018)

Modul: **Mathematische Ergänzung** (3 ECTS)

Studiengänge: Master of Science (PO 2014)

Zwei-Hauptfächer-Bachelor – Option „Individuelle Studiengestaltung“

Modul: **Wahlmodul** (6 ECTS)

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.

---

---

---

---

# Elementargeometrie

2-stündige Vorlesung mit 2-stündiger Übung

Nadine Große, Assistenz: N. N.

Vorlesung: Mi 10-12, HS Weismann-Haus

Übung: Termin wird noch festgelegt

Webseite: <https://home.mathematik.uni-freiburg.de/ngrosse/teaching/Vorlesungen/ElemGeo.html>

---

## Inhalt:

In der Vorlesung soll eine Einführung in die Elementargeometrie im euklidischen und nicht-euklidischen Raum und deren mathematischen Grundlagen gegeben werden. Als Beispiele von Inzidenzgeometrien lernen wir die euklidische, hyperbolische und projektive Geometrie kennen und studieren deren Symmetriegruppen.

Hauptthema danach ist die axiomatische Charakterisierung der euklidischen Ebene. Im Zentrum steht die Geschichte des fünften Euklidischen Axioms (und die Versuche, es los zu werden).

## Literatur:

- (1) C. Bär: *Elementare Differentialgeometrie* (2. Auflage), De Gruyter, 2010.
- (2) M. Berger: *Geometry I* (Corrected Third Printing), Springer Universitext, 2004.
- (3) R. Hartshorne: *Geometry: Euclid and Beyond*, Springer, 2000.
- (4) H. Knörrer: *Geometrie* (2. Auflage), Springer Vieweg, 2006.
- (5) W. Soergel: *Elementargeometrie*, Vorlesungsskript, verfügbar unter <https://home.mathematik.uni-freiburg.de/soergel/Skripten/XXEL.pdf>.

## Erforderliche Vorkenntnisse:

Lineare Algebra I

## Verwendbarkeit:

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

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

---

---

---

---

# Geometrische Variationsproblemen

2-stündige Vorlesung mit 2-stündiger Übung

*Ernst Kuwert, Assistenz: X. Mei*

Vorlesung: Di 14–16, SR 127 im Math. Institut

Übung: Termin wird noch festgelegt

---

## Inhalt:

Es werden klassische zweidimensionale Variationsprobleme vorgestellt, insbesondere harmonische Abbildungen sowie  $H$ -Flächen. Eine wichtige gemeinsame Eigenschaft ist die konforme Invarianz. Aufgrund der kritischen Skalierung ist die Regularität der Lösungen nicht trivial, eine Rolle spielen dabei Jacobi-Determinanten. Bei Interesse schließt sich ein Satz von S. Müller zur verbesserten Integrabilität an.

## Erforderliche Vorkenntnisse:

Elliptische Differentialgleichungen

## Verwendbarkeit:

Studiengang: Bachelor of Science (PO 2012, PO 2021)  
Modul: **Wahlpflichtmodul Mathematik** (6 ECTS)

---

Studiengang: Master of Science (PO 2014)  
Teil des Moduls: **Reine Mathematik** (11 ECTS)  
Teil des Moduls: **Mathematik** (11 ECTS)  
Teil des Moduls: **Vertiefungsmodul** (21 ECTS)

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.

---

Studiengang: Master of Education (PO 2018)  
Modul: **Mathematische Ergänzung** (3 ECTS)

Studiengänge: Master of Science (PO 2014)  
Zwei-Hauptfächer-Bachelor – Option „Individuelle Studiengestaltung“  
Modul: **Wahlmodul** (6 ECTS)

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.

---

---



---

---

# Gewöhnliche Differentialgleichungen

2-stündige Vorlesung mit 2-stündiger Übung

Florian Johne

Vorlesung: Do 14–16, SR 226 im Gebäude des Rechenzentrums

Übung: Termin wird noch festgelegt

---

## Inhalt:

Systeme, in denen die Änderungsrate des Systems vom derzeitigen Zustand abhängt, werden häufig durch gewöhnliche Differentialgleichungen modelliert: die Schwingung eines Pendels, der zeitliche Verlauf einer Pandemie, oder die Entwicklung von Aktienkursen.

Eine gewöhnliche Differentialgleichung ist eine Gleichung für eine gesuchte Funktion einer Variable, in welcher die gesuchte Funktion, Ableitungen der gesuchten Funktion, und die Variable selbst auftreten, z.B. die Gleichung  $\dot{u} = F(\cdot, u)$  für die gesuchte Funktion  $u : I \subseteq \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}^n$  und die gegebene Funktion  $F : \mathbb{R} \times \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^n$ .

Das Ziel der Vorlesung ist zuerst elementar lösbare Differentialgleichungen und einige ihrer Anwendungen in den Naturwissenschaften zu verstehen, und dann anschließend die Theorie linearer Differentialgleichungen zu behandeln. Zum Abschluss diskutieren wir die lokale und globale Existenztheorie, die Eindeutigkeit von Lösungen, sowie die stetige und differenzierbare Abhängigkeit der Lösungen von ihren Anfangsdaten.

## Literatur:

- (1) F. Johne, Vorlesungsskript *Gewöhnliche Differentialgleichungen* (in Arbeit)
- (2) H. Heuser, *Gewöhnliche Differentialgleichungen* (6. Auflage), Vieweg + Teubner, 2009
- (3) W. Walter, *Gewöhnliche Differentialgleichungen* (7. Auflage), Springer, 2000
- (4) S. Brendle, *Ordinary Differential Equations*, online verfügbar
- (5) G. Teschl, *Ordinary Differential Equations*, online auf Webseite des Autors verfügbar
- (6) M. Hirsch und S. Smale, *Differential Equations, Dynamical Systems and Linear Algebra*, Pure & Applied Mathematics Series, 1974
- (7) V. Arnold, *Ordinary Differential Equations*, MIT Press, 1978

## Erforderliche Vorkenntnisse:

Analysis I–II, Lineare Algebra I–II

## Verwendbarkeit:

Studiengang: Bachelor of Science (PO 2012, PO 2021)  
Modul: **Wahlpflichtmodul Mathematik** (6 ECTS)

---

Studiengang: Master of Science (PO 2014)  
Teil des Moduls: **Reine Mathematik** (11 ECTS)

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.

---

Studiengang: Master of Education (PO 2018)  
Modul: **Mathematische Ergänzung** (3 ECTS)

Studiengänge: Master of Science (PO 2014)  
Zwei-Hauptfächer-Bachelor – Option „Individuelle Studiengestaltung“  
Modul: **Wahlmodul** (6 ECTS)

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.

---

---

---

---

# Mathematical Introduction to Deep Learning

2-stündige Vorlesung mit 2-stündiger Übung

*Diyora Salimova, Assistenz: Philipp Tscherner*

Vorlesung: Di 12-14, SR 226 im Gebäude des Rechenzentrums

Übung: Termin wird noch festgelegt

---

## Inhalt:

The course provides an introduction to deep learning, primarily focusing on the mathematical understanding of the objects and methods used. Essential components of deep learning algorithms will be reviewed, including different neural network architectures, calculus on neural networks, and optimization algorithms. The course covers the properties and approximation capabilities of fully-connected feedforward ReLU neural networks as well as their optimization via gradient descent methods. Lecture notes will be provided.

## Erforderliche Vorkenntnisse:

Analysis I+II, Lineare Algebra I+II

## Bemerkungen:

Die Veranstaltung findet auf Englisch statt.

## Verwendbarkeit:

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

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

---

Studiengang: Master of Science (PO 2014)

Teil des Moduls: **Angewandte Mathematik** (11 ECTS)

Teil des Moduls: **Mathematik** (11 ECTS)

Teil des Moduls: **Vertiefungsmodul** (21 ECTS)

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.

---

Studiengang: Master of Education (PO 2018)

Modul: **Mathematische Ergänzung** (3 ECTS)

Studiengänge: Master of Science (PO 2014)

Zwei-Hauptfächer-Bachelor – Option „Individuelle Studiengestaltung“

Modul: **Wahlmodul** (6 ECTS)

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.

---

---

---

---

# Mathematische Modellierung

2-stündige Vorlesung mit 2-stündiger Übung

Michael Růžička, Assistenz: Sören Andres

Vorlesung: Mo 10-12, SR 404 im Math. Institut

Übung: Termin wird noch festgelegt

---

## Inhalt:

Als Modelle für viele physikalische Vorgänge, wie z.B. der Bestimmung einer Temperaturverteilung, der Beschreibung von Schwingungen von Membranen oder von Strömungen von Flüssigkeiten, treten partielle Differentialgleichungen auf.

In der Vorlesung werden wir diese Gleichungen aus der Sicht der Kontinuumsmechanik herleiten sowie Grundprinzipien für die Modellierung von Materialeigenschaften kennenlernen.

## Literatur:

Chadwick: *Continuum Mechanics*, Dover (1999).

## Erforderliche Vorkenntnisse:

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

nützlich: Einführung in Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen oder Funktionalanalysis

## Verwendbarkeit:

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

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

---

Studiengang: Master of Science (PO 2014)

Teil des Moduls: **Angewandte Mathematik** (11 ECTS)

Teil des Moduls: **Mathematik** (11 ECTS)

Teil des Moduls: **Vertiefungsmodul** (21 ECTS)

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.

---

Studiengang: Master of Education (PO 2018)

Modul: **Mathematische Ergänzung** (3 ECTS)

Studiengänge: Master of Science (PO 2014)

Zwei-Hauptfächer-Bachelor – Option „Individuelle Studiengestaltung“

Modul: **Wahlmodul** (6 ECTS)

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.

---

---

---

---

## Numerik II

2-stündige Vorlesung mit 1-stündiger Übung

Alexei Gazca, Assistenz: N. N.

Vorlesung: Mi 14–16, HS Rundbau

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 zweiten Teil des zweisemestrigen Kurses stehen Fragestellungen der Analysis wie die Interpolation von Funktionen, die Berechnung von Integralen sowie die Bestimmung Null- und Minimalstellen im Vordergrund. Der Besuch der begleitenden praktischen Übungen wird empfohlen. Diese finden 14-tägig 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:

Lineare Algebra I+II, Analysis I, Numerik I

### Bemerkungen:

Begleitend zur Vorlesung wird eine Praktische Übung angeboten.

### Verwendbarkeit:

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

Teil des Moduls: **Numerik** (12 ECTS)

---

Studiengänge: Master of Education als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten (PO 2021)  
Zwei-Hauptfächer-Bachelor (PO 2021)

Teil des Moduls: **Numerik** (9 ECTS)

---

---

---

---

# Stochastik II

2-stündige Vorlesung mit 1-stündiger Übung

Ernst August v. Hammerstein, Assistenz: Timo Enger

Vorlesung: Fr 10–12, HS Weismann-Haus

Übung: verschiedene Termine

Webseite: <https://www.stochastik.uni-freiburg.de/de/lehre/ss-2024/vorlesung-stochastik-2-ss-2024>

---

## Inhalt:

Nach dem in der Vorlesung Stochastik I erhaltenen Einblick in die Grundlagen sowie in verschiedene Methoden und Fragestellungen der Stochastik bzw. Wahrscheinlichkeitstheorie wird sich diese Vorlesung hauptsächlich statistischen Themen widmen, insbesondere solchen, die für Studierende des Lehramts an Gymnasien relevant sind. Aber auch für Studierende im B.Sc. Mathematik mit Interesse an Stochastik kann die Vorlesung eine (hoffentlich) nützliche Ergänzung und gute Grundlage für den späteren Besuch der Kursvorlesung „Mathematische Statistik“ sein. Nach der Präzisierung des Begriffes „statistisches Modell“ werden Methoden zur Konstruktion von Schätzern (Maximum-Likelihood-Prinzip, Momentenmethode) und Gütekriterien für diese (Erwartungstreue, Konsistenz) besprochen. Anschließend werden Konfidenzintervalle und Hypothesentests eingeführt. Als weitere Anwendungen werden lineare Modelle und die Hauptkomponentenanalyse betrachtet. Dabei werden auch die für viele Test- und Schätzverfahren nützlichen Eigenschaften von exponentiellen Familien und multivariaten Normalverteilungen vorgestellt.

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) C. Czado, T. Schmidt: *Mathematische Statistik*, Springer, 2011.  
aus dem Uni-Netz: <http://www.redi-bw.de/start/unifr/EBooks-springer/10.1007/978-3-642-17261-8>.
- (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) M. Trabs, M. Jirak, K. Krenz, M. Reiß: *Statistik und maschinelles Lernen*, Springer Spektrum, 2021.  
aus dem Uni-Netz: <https://www.redi-bw.de/start/unifr/EBooks-springer/10.1007/978-3-662-62938-3>.

## Erforderliche Vorkenntnisse:

Lineare Algebra I+II und Analysis I+II

## Verwendbarkeit:

Studiengang: Bachelor of Science (PO 2021)

Modul: **Wahlpflichtmodul Mathematik** (5 ECTS)

---

Studiengang: Bachelor of Science (PO 2012)

Teil des Moduls: **Stochastik** (12 ECTS)

---

Studiengänge: Master of Education als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten (PO 2021)  
Zwei-Hauptfächer-Bachelor (PO 2021)

Teil des Moduls: **Stochastik** (9 ECTS)

---

---

# Fachdidaktikveranstaltungen

---

---

# Einführung in die Fachdidaktik der Mathematik

Fachdidaktikveranstaltung mit Vorlesungs-, Übungs- und Seminaranteilen

*Katharina Böcherer-Linder*

Vorlesung: Mo 10–12, SR 226 im Gebäude des Rechenzentrums

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:

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:       **Fachdidaktik Mathematik** (5 ECTS)

---

---

---

---

# Fachdidaktik der mathematischen Teilgebiete

## Teil 1: Didaktik der Funktionen und der Analysis

3-stündiges Seminar mit integrierter Übung  
Mi 15–18, SR 404 im Math. Institut

Ralf Erens

## Teil 2: Didaktik der Stochastik und der Algebra

2-stündiges Seminar mit integrierter Übung  
Zwei Termine: Do 8–10, Do 10–12, SR 226 im Gebäude des Rechenzentrums

Katharina Böcherer-Linder

---

### 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:

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)
Studiengang:	Bachelor of Science (PO 2012, PO 2021)
Modul:	<b>Wahlmodul</b> (6 ECTS)

---

---

---

---

## Fachdidaktische Entwicklung: Gleichungen

Fachdidaktikveranstaltung mit Vorlesungs-, Übungs- und Seminaranteilen

*Jürgen Kury*

Do 16–18, Raum –117 im KG 2 der Pädagogische Hochschule

---

### Inhalt:

Die Veranstaltung nimmt ihren Ausgang mit der Frage nach den unterschiedlichen Bedeutungen des Gleichheitszeichens in der Mathematik. Anhand mathematischer Themen, die Hintergründe zu schulmathematischen Inhalten beleuchten (bspw. Lösungsformel für kubische Gleichungen, Fibonaccizahlen, Parabeln, Ellipsen und Hyperbeln) nähert sich das Seminar an Antworten zu folgenden Leitfragen: Wie findet man Gleichungen? Wie löst man Gleichungen? Wie begründet man Gleichungen? Ergänzt werden die Inhalte durch experimentelle Phasen mit digitalen Mathematikwerkzeugen.

### Verwendbarkeit:

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

Modul: **Wahlmodul** (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: **Fachdidaktische Entwicklung** (4 ECTS)

---

---

---

---

# Fachdidaktische Entwicklung: Mathe<sub>Unterricht</sub> = Mathe<sub>Studium</sub> $\pm x$

Fachdidaktikveranstaltung mit Vorlesungs-, Übungs- und Seminaranteilen

*Holger Dietz*

Mi 9-12, Raum B 106, Seminar für Ausbildung und Fortbildung der Lehrkräfte Freiburg

Voranmeldung bitte per E-Mail an [didaktik@math.uni-freiburg.de](mailto:didaktik@math.uni-freiburg.de)

---

## Inhalt:

Als Schülerin bzw. Schüler ahnt man nicht, was es heißt, Mathematik zu studieren. Ähnlich vage ist häufig die Vorstellung im Studium davon, was es bedeutet, Mathematik in der Schule zu unterrichten. Dieses Seminar möchte konkrete Aus- bzw. Einblicke in die Praxis des Mathematikunterrichtens geben und versucht dabei, auf den Erfahrungen, z. B. aus dem Praxissemester, aufzubauen.

Ausgewählte Inhalte und Aspekte des Mathematikunterrichts (vom Arbeitsblatt bis zur Zahlenbereichserweiterung) werden nicht nur vom Standpunkt der Fachwissenschaft, sondern auch aus Sicht der Lehrenden, Schülerinnen und Schüler analysiert und hinterfragt. Oft verbergen sich hinter den mathematisch einfacheren Themen unerwartete didaktische Herausforderungen. Daher soll neben der Auseinandersetzung mit bestehenden Inhalten und Rahmenbedingungen auch Unterricht selbst geplant und – wenn möglich – an der Schule durchgeführt werden.

## Erforderliche Vorkenntnisse:

Grundvorlesungen

## Verwendbarkeit:

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

Modul: **Wahlmodul** (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: **Fachdidaktische Entwicklung** (4 ECTS)

---

---

---

---

# 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:**

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:            **Fachdidaktische Entwicklung** (4 ECTS)

---

---

---

---

# Fachdidaktische Forschung

## Teil 1: Fachdidaktische Entwicklungsforschung zu ausgewählten Schwerpunkten

2-stündiges Seminar mit Übung  
Mo 14–16, Pädagogische Hochschule

*Frank Reinhold*

## Teil 2: Methoden der mathematikdidaktischen Forschung

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

*Frank Reinhold*

## Teil 3: Entwicklung und Optimierung eines fachdidaktischen Forschungsprojekts

Begleitseminar zur Master-Arbeit  
Termine nach Vereinbarung

*Dozent:inn:en der PH Freiburg*

Voranmeldung: Wer neu an diesem Modul teilnehmen möchte, meldet sich bitte bis zum **29.02.2024** 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:

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)

---

---

# Praktische Übungen

---

---

# Einführung in die Programmierung für Studierende der Naturwissenschaften

Vorlesung mit Praktischer Übung

Ludwig Striet

Vorlesung: Mo 16-18, HS Weismann-Haus

Übung: verschiedene Termine

---

## Inhalt:

Die Veranstaltung bietet eine Einführung in die Programmierung mit theoretischen und praktischen Einheiten. Schwerpunkte der Veranstaltung sind

- logische Grundlagen der Programmierung
- elementares Programmieren in C
- Felder, Zeiger, abgeleitete Datentypen, (Datei-)Ein- und -ausgabe
- Algorithmik
- Programmieren und Visualisieren in MATLAB/GNU Octave
- paralleles und objektorientiertes Programmieren.

Die praktischen Inhalte werden in der Programmiersprache C++ sowie in MATLAB/GNU Octave erarbeitet. Die erworbenen Kenntnisse werden anhand von Übungen erprobt und vertieft.

## Literatur:

- (1) S. Bartels, C. Palus, L. Striet: *Einführung in die Programmierung für Studierende der Naturwissenschaften*, Vorlesungsskript.
- (2) G. Küveler, D. Schwach: *C/C++ für Studium und Beruf*, Springer Vieweg 2017.
- (3) M. v. Rimscha: *Algorithmen kompakt und verständlich* (3. Auflage), Springer Vieweg, 2017.

## Erforderliche Vorkenntnisse:

keine

## Bemerkungen:

Dieser (oder ein inhaltlich äquivalenter) Kurs ist verpflichtender BOK-Kurs im B.Sc.-Studiengang Mathematik. Bitte beachten Sie im B.Sc.-Studiengang die Belegfristen des ZfS! Studierende im Zwei-Hauptfächer-Bachelor oder M.Ed. belegen den Kurs dagegen nicht über das ZfS.

## Verwendbarkeit:

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

Modul: **BOK-Kurs** (6 ECTS)

---

Studiengang: Master of Education (PO 2018)

Modul: **Mathematische Ergänzung** (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: **Praktische Übung** (3 ECTS)

Bemerkungen: Der Aufwand für die Veranstaltung ist höher als die Anzahl der ECTS-Punkte des Moduls „Praktische Übung“ bzw. „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.

---

---

---

---

# Praktische Übung zu Maschinelles Lernen aus Stochastischer Sicht

Praktische Übung

Thorsten Schmidt

2-stündig, Termin wird noch festgelegt

---

## Inhalt:

Die Praktische Übung begleitet die Vorlesung „Maschinelles Lernen aus Stochastischer Sicht“ mit Programmierübungen.

## Erforderliche Vorkenntnisse:

Siehe bei der Vorlesung – zusätzlich: Programmierkenntnisse.

## Verwendbarkeit:

Studiengänge: Bachelor of Science (PO 2012, PO 2021)  
Master of Science (PO 2014)

Modul: **Wahlmodul** (3 ECTS)

Studiengang: Master of Education (PO 2018)

Modul: **Mathematische Ergänzung** (3 ECTS)

Bemerkungen: Falls die Vorlesung „Maschinelles Lernen aus Stochastischer Sicht“ im Modul „Mathematische Vertiefung“ gehört wird.

Studiengang: Master of Education als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten (PO 2021)

Modul: **Praktische Übung** (3 ECTS)

Bemerkungen: Falls die Vorlesung „Maschinelles Lernen aus Stochastischer Sicht“ im Modul „Mathematische Vertiefung“ gehört wird.

---

---



---

---

# 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 II“ (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:

Studiengang:	Bachelor of Science (PO 2012, PO 2021)
Teil des Moduls:	<b>Numerik</b> (12 ECTS)
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)
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

*Ernst August v. Hammerstein*

Di 14-16, Poolraum -100 Rechenzentrum

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

---

## Inhalt:

Die praktische Übung richtet sich an Studierende, die die Vorlesungen Stochastik I und II bereits gehört haben bzw. den zweiten Teil in diesem Semester hören. Es werden computerbasierte Methoden diskutiert, die das Verständnis des Stoffes der Vorlesung vertiefen und weitere Anwendungsbeispiele aufzeigen sollen. Dazu wird das frei verfügbare Open-Source-Statistikprogramm R verwendet werden. Nach einer Einführung in R werden u. a. Verfahren der deskriptiven Statistik und graphischen Auswertung von Daten betrachtet, die numerische Erzeugung von Zufallszahlen erläutert sowie parametrische und nichtparametrische Tests und lineare Regressionsverfahren diskutiert. Vorkenntnisse in R und/oder Programmierkenntnisse werden dabei nicht vorausgesetzt.

## Erforderliche Vorkenntnisse:

Analysis I+II, Lineare Algebra I+II, Stochastik I+II (Stochastik II kann parallel gehört werden)

## Bemerkungen:

Für das Nacharbeiten der Lektionen und zur Lösung der darin enthaltenen Übungen sollten alle Teilnehmenden die dazu benötigte Software (R und RStudio) auf ihren eigenen Rechnern installieren. Genauere Anleitungen hierzu sowie Links zum Download der kostenlosen Programme werden frühzeitig auf der o. g. Webseite bekannt gegeben werden. Zu den einzelnen Lektionen der praktischen Übung wird ein ausführliches Skriptum bereitgestellt werden. Als ergänzende Lektüre für diejenigen, die ihre R-Kenntnisse festigen und erweitern möchten, kann eigentlich nahezu jedes der inzwischen zahlreich erhältlichen einführenden Bücher zu R empfohlen werden.

## Verwendbarkeit:

Studiengang: Bachelor of Science (PO 2021)

Modul: **Wahlmodul** (3 ECTS)

Studiengang: Master of Education (PO 2018)

Modul: **Mathematische Ergänzung** (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: **Praktische Übung** (3 ECTS)

---

Studiengang: Bachelor of Science (PO 2012)

Teil des Moduls: **Stochastik** (12 ECTS)

---

---

# Proseminare

---

---

# Eindimensionale Variationsrechnung

Proseminar

Patrick Dondl, Assistenz: N. N.

Di 10-12, SR 226 im Gebäude des Rechenzentrums

Vorbesprechung: **Di 06.02.2024**, 16 Uhr, Raum 216 im Gebäude des Rechenzentrums

Voranmeldung: bitte auf die Liste bei Frau Radic (Raum: 219 im Gebäude des Rechenzentrums) eintragen

---

## Inhalt:

Variationsrechnung ist die Kunst, Lösungen für Minimierungsprobleme – beispielsweise aus der Physik kommend – zu finden. Die grundlegende Problemstellung ist die folgende: Sei  $X$  ein geeigneter Funktionenraum (z.B. reelle differenzierbare Funktionen mit Randwerten) und  $F: [a, b] \times \mathbb{R} \times \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$  sei gegeben. Finde  $u \in X$ , so dass

$$\int_a^b F(t, u(t), u'(t)) dt \leq \int_a^b F(t, v(t), v'(t)) dt \quad \text{für alle } v \in X.$$

Mögliche Themen dieses Proseminars sind unter anderem

- notwendige Bedingungen für Minimierer, Euler-Lagrange-Gleichungen,
- die zweite Variation, Jakobi-Felder,
- Regularität von Lösungen,
- den Satz von Noether über Erhaltungsgrößen in physikalischen Systemen,
- geodätische Kurven auf Mannigfaltigkeiten,
- kanonische Gleichungen,
- Hamilton-Jacobi-Gleichungen.

## Literatur:

- (1) Kielhöfer, Hansjörg: *Variationsrechnung: Eine Einführung in die Theorie einer unabhängigen Variablen mit Beispielen und Aufgaben*, Vieweg+Teubner, 2010.
- (2) Jost, Jürgen und Li-Jost, Xianqing: *Calculus of Variations*, Cambridge University Press, 2008.

## Erforderliche Vorkenntnisse:

Analysis II

## Verwendbarkeit:

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: **Mathematisches Proseminar** (3 ECTS)

Bemerkungen: Es kann pro Studiengang nur ein Proseminar absolviert werden.

---

---

---

---

# Kombinatorik

Proseminar

Markus Junker, Assistenz: Charlotte Bartnick

Mi 10-12, SR 404 im Math. Institut

Vorbesprechung: **Mo 05.02.2024**, 13:00–14:00 Uhr, SR 404 im Math. Institut

Voranmeldung: an charlotte.bartnick@math.uni-freiburg.de erwünscht

---

## Inhalt:

Aus dem vielfältigen Gebiet der endlichen Kombinatorik sollen einige – weitgehend voneinander unabhängige und für zweistündige Vorträge geeignete – Themen herausgegriffen werden. Häufig wird es um graphentheoretische Fragen gehen (zum Beispiel den Fünf-Farben-Satz oder den Satz von Ford-Fulkerson), aber auch um Zählprobleme (etwa die Bell-Zahlen) oder Inzidenzstrukturen (wie endliche projektive Ebenen).

## Literatur:

- (1) Peter Cameron: *Combinatorics*, Cambridge University Press 1994.
- (2) Martin Aigner: *Diskrete Mathematik*, Vieweg 1993.
- (3) Weitere Literatur wird passend zu den Vorträgen ausgegeben.

## Erforderliche Vorkenntnisse:

Grundvorlesungen

## Verwendbarkeit:

- |               |  |
|---------------|--|
| Studiengänge: | Bachelor of Science (PO 2012, PO 2021)<br>Master of Education als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten (PO 2021)<br>Master of Education als Erweiterungsfach mit 90 ECTS-Punkten (PO 2021)<br>Zwei-Hauptfächer-Bachelor (PO 2021) |
| Modul:        | <b>Mathematisches Proseminar</b> (3 ECTS)  |
| Bemerkungen:  | Es kann pro Studiengang nur ein Proseminar absolviert werden.  |
- 
-

---

---

# Unendlichdimensionale Vektorräume

Proseminar

*Susanne Knies, Assistenz: N. N.*

Do 14-16, SR 127 im Math. Institut

Vorbesprechung: **Do 08.02.2024**, 12 Uhr, SR 125 im Math. Institut

Voranmeldung: bis **Mo 05.02.2024** an [susanne.knies@math.uni-freiburg.de](mailto:susanne.knies@math.uni-freiburg.de)

Webseite: <https://home.mathematik.uni-freiburg.de/knies/lehre/ss24/index.html>

---

## Inhalt:

Viele Aussagen aus den Grundvorlesungen erscheinen uns als sehr selbstverständlich: Jeder Vektorraum hat eine Basis, alle Normen sind äquivalent, jede beschränkte Folge (in einem vollständigen Raum) hat eine konvergente Teilfolge, lineare Abbildungen sind stetig und von Funktionen in die reellen Zahlen können wir Extremwerte berechnen.

Wie aber verhält es sich mit diesen Aussagen in unendlichdimensionalen Vektorräumen? Bleiben sie richtig? Muss der Beweis anders geführt werden? Müssen zusätzliche Voraussetzungen formuliert oder die Aussage ganz abgewandelt oder aufgegeben werden?

Diesen Frage gehen wir in dem Proseminar anhand der oben genannten und weiterer Beispiele nach.

## Erforderliche Vorkenntnisse:

Analysis I und II, Lineare Algebra I und II

## Verwendbarkeit:

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: **Mathematisches Proseminar** (3 ECTS)

Bemerkungen: Es kann pro Studiengang nur ein Proseminar absolviert werden.

---

---

# Seminare

---

---

# Prikry-Forcing

Seminar

*Heike Mildenerger, Assistenz: Hannes Jakob*

Mo 10-12, SR 125 im Math. Institut

Vorbesprechung: **Di 30.01.2024** um 13:15 Uhr in Raum 313 im Math. Institut

Webseite: <https://home.mathematik.uni-freiburg.de/mildenerger/veranstaltungen/ss24/prikry.html>

---

## Inhalt:

1968 beantwortete Karel Prikry die Frage, ob man eine Konfinalität verkürzen kann, ohne eine Kardinalzahl zu kollabieren. Zur positiven Antwort definierte Prikry ein Forcing, das zu einer messbaren Kardinalzahl eine abzählbare konfinale Folge hinzufügt. Dies ist heute bekannt als das „klassische Prikry-Forcing“. Abwandlungen und Kombinationen, Prikry-Forcings genannt, werden heute in der Arbeit an alten offenen Vermutungen über viele kurze Folgen, die die Potenzmengen anreichern, verwendet. Für die Potenzmenge der reellen Zahlen sind kleinere Verwandte des Prikry-Forcings aufschlussreich. Silver zeigte mit Prikry-Forcing, dass die Kardinalzahlexponentiation an singulären Limiten springen kann. Wir beginnen unser Studium bei den Anfängen aus den 1970er Jahren, und je nach Interesse der Teilnehmer(innen) studieren wir neuere Arbeiten.

## Erforderliche Vorkenntnisse:

Mathematische Logik, Mengenlehre, Unabhängigkeitsbeweise.

## Bemerkungen:

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

## Verwendbarkeit:

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

Modul: **Mathematisches Seminar** (6 ECTS) – nur PO 2021

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

Teil des Moduls: **Bachelormodul** (15 ECTS) – nur PO 2012

Studiengang: Master of Science (PO 2014)

Modul: **Mathematisches Seminar A/B** (6 ECTS)

---

Studiengang: Master of Education (PO 2018)

Modul: **Mathematische Ergänzung** (3 ECTS)

Studiengänge: Master of Science (PO 2014)

Zwei-Hauptfächer-Bachelor – Option „Individuelle Studiengestaltung“

Modul: **Wahlmodul** (6 ECTS)

Bemerkungen: Je nach Schwere des Vortragsthemas kann der Aufwand für die Veranstaltung höher als die Anzahl der ECTS-Punkte des Moduls „Mathematische Ergänzung“ sein.

---

---



---

---

# Funktionenkörper

Seminar

Andreas Demleitner

Do 14-16, SR 404 im Math. Institut

Vorbesprechung: **Di 06.02.2024**, 16:00 Uhr, SR 318 im Math. Institut

Webseite: [https://home.mathematik.uni-freiburg.de/demleitner/funktionenkoerper\\_sose24.html](https://home.mathematik.uni-freiburg.de/demleitner/funktionenkoerper_sose24.html)

---

## Inhalt:

Die ganzen Zahlen  $\mathbb{Z}$  und der Polynomring  $\mathbb{F}_q[X]$  über einem endlichen Körper haben größte strukturelle Ähnlichkeiten (aber auch grundlegende Unterschiede). Beide Ringe sind Hauptidealringe mit endlicher Einheitengruppe, unendlich vielen Primelementen  $\pi$  (im Ring der ganzen Zahlen sind das die Primzahlen, in  $\mathbb{F}_q[X]$  irreduzible Polynome) und die Faktorringe modulo  $\pi$  sind endliche Körper. Da Funktionenkörper eine geometrische Sichtweise erlauben, ist es sinnvoll, die Theorie von Funktionenkörpern parallel zur Zahlentheorie der ganzen Zahlen aufzubauen und zu studieren. Diese geometrische Intuition ist fundamental für die arithmetische Geometrie.

Im Seminar werden Funktionenkörper zunächst über beliebigen Grundkörpern studiert. Wir beweisen den Satz von Riemann-Roch, der einen der Unterschiede zur Zahlentheorie der ganzen Zahlen ausmacht.

Hiernach spezialisieren wir uns auf den Fall eines endlichen Konstantenkörpers und betrachten die Zetafunktion eines solchen Funktionenkörpers. Der Satz von Hasse-Weil beweist das Analogon der Riemannschen Vermutung im Fall von Funktionenkörpern über endlichen Körpern.

## Erforderliche Vorkenntnisse:

notwendig: Algebra und Zahlentheorie

nützlich: Kommutative Algebra

## Bemerkungen:

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

## Verwendbarkeit:

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

Modul: **Mathematisches Seminar** (6 ECTS) – nur PO 2021

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

Teil des Moduls: **Bachelormodul** (15 ECTS) – nur PO 2012

Studiengang: Master of Science (PO 2014)

Modul: **Mathematisches Seminar A/B** (6 ECTS)

---

Studiengang: Master of Education (PO 2018)

Modul: **Mathematische Ergänzung** (3 ECTS)

Studiengänge: Master of Science (PO 2014)

Zwei-Hauptfächer-Bachelor – Option „Individuelle Studiengestaltung“

Modul: **Wahlmodul** (6 ECTS)

Bemerkungen: Je nach Schwere des Vortragsthemas kann der Aufwand für die Veranstaltung höher als die Anzahl der ECTS-Punkte des Moduls „Mathematische Ergänzung“ sein.

---

---

---

---

# Die Geometrie von Blätterungen

Seminar

Christian Ketterer, Jonas Schnitzer

Mi 10-12, SR 125 im Math. Institut

Vorbesprechung: Do 08.02.2024, 14:15 Uhr, SR 414 im Math. Institut

Webseite: <https://home.mathematik.uni-freiburg.de/geometrie/lehre/ss2024/Fol/>

---

## Inhalt:

Blätterungen spielen eine tragende Rolle in vielen sehr unterschiedlichen Teilgebieten der Mathematik und Physik, wie zum Beispiel in der nicht-kommutativen Geometrie, der Differentialgeometrie, der symplektischen Geometrie, der geometrischen Analysis, der Theorie der partiellen Differentialgleichungen, der allgemeinen Relativitätstheorie und der Quantenfeldtheorie. Allerdings sind Blätterungen auch für sich genommen interessante und reichhaltige geometrische Strukturen.

Eine einfaches Beispiel einer eindimensionalen Blätterung ist die Zerlegung einer Mannigfaltigkeit durch die Flusslinien eines nichtverschwindendes Vektorfeldes, wie zum Beispiel die Kroneckerblätterung (Kronecker foliation). Eine  $k$ -dimensionale Blätterung ist nun die Verallgemeinerung dieses Konzepts und beschreibt die Zerlegung einer Mannigfaltigkeiten in  $k$ -dimensionale Untermannigfaltigkeiten, die lokal um jeden Punkt so aussehen wie eine Schichtung paralleler  $k$ -dimensionaler Ebenen. Die Definition von Blätterungen stammt von Reeb und Ehresmann aus den 1940er Jahren und entstand aus der Motivation heraus, die globale Struktur einer Mannigfaltigkeit mit Hilfe einer Blätterung zu beschreiben. Blätterungen sind auch heute noch ein hochaktives Forschungsgebiet.

Das Ziel dieses Seminars ist es zunächst die grundlegenden Begriffe und Methoden sowie Beispiele kennenzulernen. Danach werden wir einige ausgewählte Theoreme aus der Blätterungstheorie studieren, wie zum Beispiel die Theoreme von Haefliger und Novikov und das Strukturtheorem von Molino. Falls es die Zeit erlaubt wenden wir uns der abstrakteren Beschreibung von Blätterungen durch Liegruppoiden zu.

## Literatur:

I. Moerdijk and J. Mrčun, *Introduction to Foliations and Lie groupoids*, Cambridge University Press, 2010

## Erforderliche Vorkenntnisse:

Differentialgeometrie

## Bemerkungen:

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

## Verwendbarkeit:

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

Modul: **Mathematisches Seminar** (6 ECTS) – nur PO 2021

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

Teil des Moduls: **Bachelormodul** (15 ECTS) – nur PO 2012

Studiengang: Master of Science (PO 2014)

Modul: **Mathematisches Seminar A/B** (6 ECTS)

---

Studiengang: Master of Education (PO 2018)

Modul: **Mathematische Ergänzung** (3 ECTS)

Studiengänge: Master of Science (PO 2014)

Zwei-Hauptfächer-Bachelor – Option „Individuelle Studiengestaltung“

Modul: **Wahlmodul** (6 ECTS)

Bemerkungen: Je nach Schwere des Vortragsthemas kann der Aufwand für die Veranstaltung höher als die Anzahl der ECTS-Punkte des Moduls „Mathematische Ergänzung“ sein.

---

---

---

# Numerik partieller Differentialgleichungen

Seminar

*Sören Bartels, Assistenz: N. N.*

Mi 14-16, SR 226 im Gebäude des Rechenzentrums

Vorbesprechung: **Di 06.02.2024**, 12:00 Uhr, Raum 209 im Gebäude des Rechenzentrums

---

## Inhalt:

Im Seminar sollen weiterführende Themen der Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen behandelt werden. Dazu gehören Anwendungen in der Bildverarbeitung und die Modellierung des Biegens von Papier, der rigorose Nachweis von Aussagen der Theorie von Sobolev-Räumen, die Verbesserung von Methoden durch lokale Netzverfeinerung sowie die Vorkonditionierung der bei Finite-Elemente-Methoden entstehenden Gleichungssysteme.

## Erforderliche Vorkenntnisse:

Einführung in Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen

## Bemerkungen:

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

## Verwendbarkeit:

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

Modul: **Mathematisches Seminar** (6 ECTS) – nur PO 2021

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

Teil des Moduls: **Bachelormodul** (15 ECTS) – nur PO 2012

Studiengang: Master of Science (PO 2014)

Modul: **Mathematisches Seminar A/B** (6 ECTS)

---

Studiengang: Master of Education (PO 2018)

Modul: **Mathematische Ergänzung** (3 ECTS)

Studiengänge: Master of Science (PO 2014)

Zwei-Hauptfächer-Bachelor – Option „Individuelle Studiengestaltung“

Modul: **Wahlmodul** (6 ECTS)

Bemerkungen: Je nach Schwere des Vortragsthemas kann der Aufwand für die Veranstaltung höher als die Anzahl der ECTS-Punkte des Moduls „Mathematische Ergänzung“ sein.

---

---

---

---

# Uniforme zentrale Grenzwertsätze für stochastische Prozesse (Uniform central limit theorems for stochastic processes)

Seminar

Angelika Rohde

Blockseminar im Schwarzwald

Vorbesprechung: **Do 25.01.2024**, 10:00 Uhr, Raum 232

---

## Inhalt:

Seien  $X_1, X_2, \dots$  unabhängige identisch verteilte Zufallsvariablen mit Verteilungsfunktion  $F$  und sei  $P_n := \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \delta_{X_k}$  die zugehörige empirische Verteilung. Das starke Gesetz der großen Zahlen zeigt, dass für jedes  $x \in \mathbb{R}$  fast sicher  $F_n(x) := P_n((-\infty, x]) \rightarrow F(x)$ . Eine Verschärfung von Glivenko-Cantelli besagt, dass diese Konvergenz fast sicher sogar gleichmäßig in  $x \in \mathbb{R}$  gilt. Wie beim klassischen zentralen Grenzwertsatz ist der nächste Schritt, die Verteilungskonvergenz von  $\alpha_n(x) = \sqrt{n}(F_n(x) - F(x))$  zu untersuchen. Die Funktion  $x \mapsto \alpha_n(x)$  kann als stochastischer Prozess mit càdlàg-Pfaden aufgefasst werden. Ein Satz von Donsker hat die Verteilungskonvergenz von  $\alpha_n$  gegen einen Gaußprozess zum Gegenstand. Die anschließende Frage von Doob, ob die Indexmenge der reellen Zahlen (bzw. die der Indikatorfunktionen der Halbstrahlen  $(-\infty, x]$ ) durch eine allgemeine Funktionenklasse ersetzt werden kann, war der Startschuss für die tiefgreifende Theorie der „uniformen zentralen Grenzwertsätze“.

Uniforme zentrale Grenzwertsätze stellen eine substantielle Erweiterung der klassischen Donsker-Sätze dar, verbunden mit einer Theorie der Verteilungskonvergenz, die weit über die der càdlàg-Prozesse hinausgeht. Studiert werden hier ganz allgemein Prozesse, die in abstrakten Funktionenklassen indiziert sind. Zahlreiche Anwendungen dieser Resultate finden sich bspw. in der Unsicherheitsquantifikation von Lernalgorithmen. Nach den zentralen Resultaten wie dem Satz über majorisierende Maße für Gaußprozesse von Fernique-Talagrand, der Vapnik-Červonenkis-Kombinatorik sowie Ossianders Bracketing-CLT lösen wir uns in diesem Seminar von dem klassischen Rahmen unabhängiger Zufallsgrößen und erarbeiten solche Sätze für zeitstetige stochastische Prozesse wie bspw. rekurrente Markovprozesse oder unter dem Konzept der sogenannten schwachen Abhängigkeit.

## Erforderliche Vorkenntnisse:

notwendig: Wahrscheinlichkeitstheorie

nützlich: Wahrscheinlichkeitstheorie II

## Bemerkungen:

Bei Interesse und vorhandenen Vorkenntnissen kann ein Seminar auch als Proseminar eingesetzt werden. Es besteht die Möglichkeit, unmittelbar eine Abschlussarbeit anzuschließen.

## Verwendbarkeit:

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

Modul: **Mathematisches Seminar** (6 ECTS) – nur PO 2021

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

Teil des Moduls: **Bachelormodul** (15 ECTS) – nur PO 2012

Studiengang: Master of Science (PO 2014)

Modul: **Mathematisches Seminar A/B** (6 ECTS)

---

Studiengang: Master of Education (PO 2018)

Modul: **Mathematische Ergänzung** (3 ECTS)

Studiengänge: Master of Science (PO 2014)

Zwei-Hauptfächer-Bachelor – Option „Individuelle Studiengestaltung“

Modul: **Wahlmodul** (6 ECTS)

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 07.02.2024**, 10:15 Uhr, Konferenzraum 1. OG Medizinische Biometrie

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:

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)
<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)
Bemerkungen:	Je nach Schwere des Vortragsthemas kann der Aufwand für die Veranstaltung höher als die Anzahl der ECTS-Punkte des Moduls „Mathematische Ergänzung“ sein.

---

---

---

---

# Credit Risk

Seminar

*Eva Lütkebohmert-Holtz*

Mo, 15.04., 0:00 Uhr in HS 1132 und Blockseminar 06.05.–17.05.2024

Voranmeldung: bis **31.03.2024** per E-Mail an [roberta.janos@finance.uni-freiburg.de](mailto:roberta.janos@finance.uni-freiburg.de)

Webseite: <https://www.finance.uni-freiburg.de/studium-und-lehre/sose2024/siqfsose24>

---

## Inhalt:

The course focuses on modelling and measuring portfolio credit risk and on pricing certain credit derivatives. Topics include firm value models, factor models, hazard rate models, valuation of credit default swaps, securitization, asset backed securities, value-at-risk and expected shortfall, coherent risk measures, pricing of collateralized debt obligations as well as regulatory models for portfolio credit risk such as the internal ratings-based approach.

## Literatur:

siehe Webseite

## Erforderliche Vorkenntnisse:

Principles of Finance, Futures and Options oder andere relevante Veranstaltungen

## Verwendbarkeit:

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

Modul: **Mathematisches Seminar** (6 ECTS) – nur PO 2021

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

Teil des Moduls: **Bachelormodul** (15 ECTS) – nur PO 2012

Studiengang: Master of Science (PO 2014)

Modul: **Mathematisches Seminar A/B** (6 ECTS)

---

Studiengang: Master of Education (PO 2018)

Modul: **Mathematische Ergänzung** (3 ECTS)

Studiengänge: Master of Science (PO 2014)

Zwei-Hauptfächer-Bachelor – Option „Individuelle Studiengestaltung“

Modul: **Wahlmodul** (6 ECTS)

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



---

---

# Die Mathematik und das Göttliche

Seminar

Andreas Henn, Markus Junker

Di 16-18, R 206 im Breisacher Tor

Vorbesprechung: keine bzw. nach Absprache

Voranmeldung: per E-Mail an junker@uni-freiburg.de erwünscht

---

## Inhalt:

In diesem Seminar soll es um einen wenig beleuchteten Bereich gehen, nämlich um die Berührungspunkte zwischen Mathematik und Theologie. Einen Zusammenhang zwischen der Mathematik und dem Göttlichen herzustellen, dürfte heute zumeist befremden, aber in der Geistesgeschichte sind die beiden Themenfelder oft in Verbindung gebracht worden. So ist für Platon Gott ein Geometer, laut Euklid denkt der Mathematiker die Gedanken Gottes nach, und für Alexander Grothendieck gehört die Mathematik gar zum Wesen Gottes.

In dem Seminar wollen wir der Verbindung von Mathematik und Göttlichem in der Geschichte von der Antike bis zur Gegenwart nachgehen. Themen, die sich hier einordnen lassen, sind zum Beispiel formale Gottesbeweise, das Verhältnis von mathematischer und theologischer Erkenntnis oder Kontroversen über die logische Argumentation bei Paulus. Historisch sollen u.a. Platonismus und Pythagoräismus, die Schule von Chartres, Ramon Lull und Nicolaus Cusanus in den Blick genommen werden. Interessen der Teilnehmer:innen können gerne bei der genauen Ausgestaltung berücksichtigt werden.

## Literatur:

u.a.

- (1) T. Koetsier, L. Bergmans (Hgg.): *Mathematics and the divine: a historical study*, Elsevier, 2005.  
aus dem Uni-Netz unter diesem Link verfügbar
- (2) S. Lawrence, M. McCartney (Hgg.): *Mathematicians and their gods: interactions between mathematics and religious beliefs*, Oxford Univ. Press 2015.
- (3) C. Pickover: *Die Mathematik und das Göttliche*, Spektrum Akad. Verl., 1999.
- (4) J. Bromand, G. Kreis (Hgg.): *Gottesbeweise*, Suhrkamp, 2011.
- (5) Friedo Ricken (Hg.): *Klassische Gottesbeweise in der Sicht der gegenwärtigen Logik und Wissenschaftstheorie*, Kohlhammer, 1998.
- (5) M. Mayordomo: *Argumentiert Paulus logisch?*, Mohr Siebeck, 2005.
- (6) D. Albertson: *Mathematical Theologies*, Oxford University Press, 2014.

## Erforderliche Vorkenntnisse:

keine besonderen Vorkenntnisse erforderlich

## Verwendbarkeit:

Studiengänge: Bachelor of Science (PO 2012, PO 2021)  
Master of Science (PO 2014)  
Zwei-Hauptfächer-Bachelor – Option „Individuelle Studiengestaltung“  
Modul: **Wahlmodul** (5 ECTS)

---

---

---

---

## Lernen durch Lehren

Begleitveranstaltung zu einem Tutorat

*Organisation: Susanne Knies*

Termininformationen siehe Webseite

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:

Studiengänge: Bachelor of Science (PO 2012, PO 2021)  
Master of Science (PO 2014)  
Zwei-Hauptfächer-Bachelor – Option „Individuelle Studiengestaltung“

Modul: **Wahlmodul** (3 ECTS)

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:

Studiengänge:	Master of Education (PO 2018) Master of Education als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten (PO 2021)
Modul:	<b>Wissenschaftliches Arbeiten</b> (9 ECTS)
<hr/>	
Studiengang:	Master of Science (PO 2014)
Modul:	<b>Mathematik</b> (11 ECTS)
Teil des Moduls:	<b>Vertiefungsmodul</b> (21 ECTS)
<hr/>	
Studiengang:	Master of Science (PO 2014)
Modul:	<b>Wahlmodul</b> (9 ECTS)

---

---