Universität Freiburg – Mathematisches Institut

Sommersemester 2025

Kommentiertes Vorlesungsverzeichnis

Version 5. Februar 2025

Inhaltsverzeichnis

Studienplanung

Liebe Studierende der Mathematik,

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

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

Bitte beachten Sie:

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

Sprache

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

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

Verwendbarkeit von Veranstaltungen und ECTS-Punkte

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

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

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

Bitte beachten Sie außerdem:

- Es ist erlaubt, höhere, typischerweise für den M.Sc.-Studiengang angebotene Vorlesungen in Bachelor- und Master-of-Education-Studiengängen zu verwenden. Aufgrund der geforderten Vorkenntnisse werden sie aber nur in Ausnahmefällen dafür in Frage kommen: Wenn eine Veranstaltung für ein Modul verwendbar ist, bedeutet dies nicht unbedingt, dass sie dafür auch geeignet sein muss. Umgekehrt sind Extremfälle nicht aufgeführt (bespielsweise eine Vorlesung wie „Differentialgeometrie II“ als Vertiefungsmodul im M.Ed.), was wiederum nicht bedeutet, dass dies nicht möglich ist.
- Im B.Sc. Mathematik nach PO 2021 müssen über den Pflichtbereich hinaus mindestens drei 4-stündige Vorlesungen mit 2-stündigen Übungen (à 9 ECTS-Punkte) absolviert werden. Mindestens eine davon muss aus dem Bereich der Reinen Mathematik stammen. Welche der Vorlesungen zur Reinen Mathematik zählen, können Sie daran sehen, ob sie im M.Sc. Mathematik für das Modul „Reine Mathematik“ zugelassen ist.

Studien- und Prüfungsleistungen

Die Rubrik „Verwendbarkeit“ wird zu Vorlesungsbeginn ergänzt werden um die Information, welche Prüfung- und Studienleistung bei der Verwendung in dem entsprechenden Modul bzw. Studienbereich gefordert werden. Diese Informationen stellen im prüfungs- und akkreditierungsrechtlichen Sinn eine Ergänzung der Modulhandbücher dar und 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 vorgesehen Prüfungsart nicht geeignet oder von unverhältnismäßigem Aufwand wäre. Entsprechendes gilt für Studienleistungen.
- Ist eine Veranstaltung als Wahlmodul in einem nicht aufgeführten Studiengang zugelassen, richten sich die Anforderungen nach
  - dem Wahlpflichtmodul des B.Sc.-Studiengangs, falls Prüfungsleistungen gefordert sind
  - dem Wahlmodul des M.Sc.-Studiengangs, falls ausschließlich Studienleistungen gefordert sind.

  Falls die entsprechenden Module nicht angeboten werden, erkundigen Sie sich bitte bei der Studiengangkoordination der Mathematischen Instituts.
- Sofern als Studienleistung schriftlich zu bearbeitende Übungsaufgaben gefordert sind, handelt es sich in der Regel um wöchentlich zu bearbeitende Übungsaufgaben, bei einstündiger Übung auch um 14-täglich zu bearbeitende Übungsaufgaben. Je nach Beginn, Ende, Rhythmus und einzelnen Pausen können es zwischen 5 und 14 Übungsblätter sein. Die Anzahl der pro Übungsblatt erreichbaren Punkte kann verschieden sein.
- Bei Praktischen Übungen gilt dies analog für die Programmieraufgaben.

Arbeitsgebiete für Abschlussarbeiten

Informationen zu Bachelor- und Master-Arbeiten im Fach Mathematik finden Sie hier:
https://www.math.uni-freiburg.de/nlehre/de/studiendekanat/faq/stu_kat_66ae8e6510f040b07f8c7f62

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

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

Angebote der EUCOR-Partnerhochschulen

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

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

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

Basel

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

Vorlesungsangebot: Die Seiten mit dem Vorlesungsangebot im Bachelor und dem Vorlesungsangebot im Master scheinen am ehesten unserem Mathematik-Vorlesungsverzeichnis zu entsprechen. Das allgemeine Vorlesungsverzeichnis der Universität finden Sie hier: `https://vorlesungsverzeichnis.unibas.ch/de/semester-planung`

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

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

Straßburg

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

Vorlesungsangebot: Eine Teilnahme von Freiburger Studierenden an den Angeboten des zweiten Master-Jahres M2 ist hochwillkommen. Je nach Vorkenntnissen sind die Vorlesungen für unsere Studierende ab dem 3. Studienjahr geeignet. Vorlesungsprache 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 2024/25 ist es: Algèbre et Topologie.

Allgemeine Vorlesungsverzeichnisse gibt es in Frankreich typischerweise nicht.

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

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

Für weitere Informationen und organisatorische Hilfen stehen gerne zur Verfügung:

in Freiburg: Prof. Dr. Annette Huber-Klawitter

in Straßburg: Prof. Carlo Gasbarri, Koordinator des M2
oder die jeweiligen Kursverantwortlichen.

1a. Einführende Pflichtvorlesungen der verschiedenen Studiengänge

Analysis II

Michael Růžička, Assistenz: Maximilian Stegemeyer auf Deutsch
Vorlesung: Mo, Mi, 8–10 Uhr, HS Rundbau, Albertstr. 21
Übung: 2-stündig, 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, gewöhnliche und insbesondere lineare Differentialgleichungen.

Vorkenntnisse:

Analysis I, Lineare Algebra I (oder Brückenkurs Lineare Algebra)

Verwendbar in folgenden Modulen:

Analysis (2HfB21, BSc21, MEH21, MEB21)
Analysis II – fachfremd (BScInfo19, BScPhys20)

Lineare Algebra II

Stefan Kebekus, Assistenz: Christoph Brackenhofer auf Deutsch
Vorlesung: Di, Do, 8–10 Uhr, HS Rundbau, Albertstr. 21
Übung: 2-stündig, 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.

Vorkenntnisse:

Lineare Algebra I

Verwendbar in folgenden Modulen:

Lineare Algebra (2HfB21, BSc21, MEH21)
Lineare Algebra (MEB21)
Lineare Algebra II – fachfremd (BScInfo19, BScPhys20)

Elementargeometrie

Nadine Große, Assistenz: Jonah Reuß auf Deutsch
Vorlesung: Mi, 10–12 Uhr, HS Weismann-Haus, Albertstr. 21a
Übung: 2-stündig, verschiedene Termine
Klausur 29.07., HS Rundbau, Albertstr. 21

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).

Vorkenntnisse:

Lineare Algebra I

Verwendbar in folgenden Modulen:

Elementargeometrie (2HfB21, MEH21, MEB21, MEdual24)
Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21)

Numerik II

Sören Bartels, Assistenz: Vera Jackisch auf Deutsch
Vorlesung: Mi, 14–16 Uhr, HS Weismann-Haus, Albertstr. 21a
Übung: 2-stündig 14-täglich, verschiedene Termine
Klausur 31.07., 10:00–12:00

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 werden Fragestellungen der Analysis wie die Approximation von Funktionen durch Polynome, die näherungsweise Lösung nichtlinearer Gleichungen und die praktische Berechnung von Integralen behandelt. Der Besuch der begleitenden praktischen Übung wird empfohlen. Diese finden 14-täglich im Wechsel mit der Übung zur Vorlesung statt.

Vorkenntnisse:

notwendig: Lineare Algebra I und Analysis I

nützlich: Lineare Algebra II, Analysis II

Bemerkungen:

Begleitend zur Vorlesung gibt es eine Praktische Übung

Verwendbar in folgenden Modulen:

Numerik (2HfB21, MEH21)
Numerik (BSc21)

Stochastik II

Johannes Brutsche auf Deutsch
Vorlesung: Fr, 10–12 Uhr, HS Weismann-Haus, Albertstr. 21a
Übung: 2-stündig 14-täglich, verschiedene Termine
Klausur: Datum wird noch bekanntgegeben

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 (z.B. Maximum-Likelihood-Prinzip, Momentenmethode) und Gütekriterien für diese (Erwartungstreue, Konsistenz) besprochen. Außerdem werden Konfidenzintervalle und Hypothesentests eingeführt. Als weitere Anwendungen werden lineare Modelle betrachtet und falls die Zeit es erlaubt, weitere statistische Verfahren. Dabei werden auch die für viele Test- und Schätzverfahren nützlichen Eigenschaften von exponentiellen Familien und multivariaten Normalverteilungen vorgestellt.

Vorkenntnisse:

Lineare Algebra I+II und Analysis I+II

Bemerkungen:

Bei Interessse an einer praktischen, computergestützen Umsetzung einzelner Vorlesungsinhalte kann (parallel oder nachfolgend) zusätzlich die Teilnahme an der regelmäßig angebotenen „Praktischen Übung Stochastik“ empfohlen werden.

Verwendbar in folgenden Modulen:

Stochastik (2HfB21, MEH21)
Stochastik II (MEdual24)
Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21)

1b. Weiterführende vierstündige Vorlesungen

Differentialgeometrie II – Geometrie der Untermannigfaltigkeiten

Guofang Wang auf Deutsch

Vorlesung: Mo, Mi, 12–14 Uhr, SR 404, Ernst-Zermelo-Str. 1

Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt

Inhalt:

In der Vorlesung diskutieren wir die Geometrie der Untermannigfaltigkeiten euklidischer Räume. Beispiele für solche Untermannigfaltigkeiten sind Kurven in der Ebene und Flächen im 3-dimensionalen Raum. Im 1. Teil führen wir als Grundlage die äußere Geometrie der Untermannigfaltigkeiten ein, z. B. die zweite Fundamentalform, die mittlere Krümmung, die erste Variation des Flächeninhalts, die Gleichungen von Gauss, Codazzi und Ricci. Im 2. Teil untersuchen wir die minimale Hyperflächen (Minimalflächen), die Hyperflächen mit konstanter mittlerer Krümmung und die geometrischen Ungleichungen, die isoperimetrische Ungleichung und ihre Verallgemeinerungen.

Vorkenntnisse:

Analysis III und Differentialgeometrie oder "Kurven und Flächen"

Verwendbar in folgenden Modulen:

Wahlmodul im Optionsbereich (2HfB21)
Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21)
Reine Mathematik (MSc14)
Mathematik (MSc14)
Vertiefungsmodul (MSc14)
Wahlmodul (MSc14)
Wahlmodul (MScData24)

Funktionalanalysis

Patrick Dondl auf Deutsch
Vorlesung: Mo, Mi, 10–12 Uhr, HS II, Albertstr. 23b
Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt
Klausur: Datum wird noch bekanntgegeben

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.

Vorkenntnisse:

Lineare Algebra I+II, Analysis I–III

Verwendbar in folgenden Modulen:

Wahlmodul im Optionsbereich (2HfB21)
Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21)
Mathematische Vertiefung (MEd18, MEH21)
Angewandte Mathematik (MSc14)
Reine Mathematik (MSc14)
Wahlmodul (MSc14)
Elective in Data (MScData24)

Kommutative Algebra und Einführung in die algebraische Geometrie

Wolfgang Soergel, Assistenz: Xier Ren auf Deutsch
Vorlesung: Di, Do, 8–10 Uhr, HS II, Albertstr. 23b
Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt

Inhalt:

In der linearen Algebra haben Sie lineare Gleichungssysteme studiert. In der kommutativen Algebra studieren wir polynomiale Gleichungssysteme wie $x^2 + y^2 = 1$ und ihre Lösungsmengen, die algebraischen Varietäten. Es wird sich herausstellen, dass so eine Varietät in enger Beziehung steht zum Ring der Einschränkungen von Polynomfunktionen auf besagte Varietät, und dass wir diese Beziehung extrapolieren können zu einem geometrischen Verständnis beliebiger kommutativer Ringe, nicht zuletzt des Rings der ganzen Zahlen. In diesem Begriffsgebäude wachsen die kommutative Algebra, die algebraische Geometrie und die Zahlentheorie zusammen. Die Vorlesung hat das Ziel, den Hörer in diese Begriffswelt einzuführen. Wir werden einen besonderen Schwerpunkt auf die Dimension algebraischer Varietäten und ihr Schnittverhalten legen, das die aus der linearen Algebra bekannten Phänomene auf den Fall polynomialer Gleichungssysteme verallgemeinert.

Vorkenntnisse:

notwendig: Lineare Algebra I+II

nützlich: Algebra und Zahlentheorie

Verwendbar in folgenden Modulen:

Wahlmodul im Optionsbereich (2HfB21)
Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21)
Mathematische Vertiefung (MEd18, MEH21)
Reine Mathematik (MSc14)
Mathematik (MSc14)
Vertiefungsmodul (MSc14)
Wahlmodul (MSc14)
Wahlmodul (MScData24)

Mathematische Logik

Amador Martín Pizarro, Assistenz: Stefan Ludwig auf Deutsch
Vorlesung: Di, Do, 12–14 Uhr, HS II, Albertstr. 23b
Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt
Klausur: Datum wird noch bekanntgegeben

Inhalt:

Dieser einführende Kurs in die mathematische Logik besteht aus mehreren Teilen. Es werden die Grundlagen der Prädikatenlogik und eine kurze Einleitung in die Modelltheorie sowie das Axiomensystem der Mengenlehre behandelt. Das Ziel der Vorlesung ist es, den rekursionstheoretischen Gehalt des Prädikatenkalküls, insbesondere die sogenannte Peano-Arithmetik und die Gödelschen Unvollständigkeitssätze, zu verstehen.

Vorkenntnisse:

Grundlegende Mathematikkenntnisse aus Erstsemestervorlesungen

Verwendbar in folgenden Modulen:

Wahlmodul im Optionsbereich (2HfB21)
Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21)
Mathematische Vertiefung (MEd18, MEH21)
Reine Mathematik (MSc14)
Wahlmodul (MSc14)
Wahlmodul (MScData24)

Topologie

Heike Mildenberger, Assistenz: Hannes Jakob auf Deutsch
Vorlesung: Di, Do, 10–12 Uhr, HS II, Albertstr. 23b
Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt
Klausur: Datum wird noch bekanntgegeben

Inhalt:

Ein topologischer Raum besteht aus einer Grundmenge X und einer Festlegung der Menge der offenen Teilmengen der Grundmenge, die Topologie auf X genannt wird. Beispiele über den Grundmengen $\mathbb{R}$ und $\mathbb{R}^n$ kommen in den Analysis-Vorlesungen vor. Das mathematische Fach „Topologie“ ist die Lehre über topologische Räume und die Erforschung ebendieser. Unsere Vorlesung ist eine Einführung in die mengentheoretische und in die algebraische Topologie.

Literatur:

- Ryszard Engelking: *General Topology*, Warschau, 1977.
- Marvin Greenberg: *Lectures on Algebraic Topology*, Amsterdam, 1967.
- Allen Hatcher: *Algebraic Topology*, Cambridge 2002.
- Klaus Jänich: *Topologie*, Spinger, 8. Auflage, 2005.
- John Kelley: *General Topology*, New York, 1969.
- Casimir Kuratowski: *Topologie*, Warschau 1958.
- James Munkres: *Elements of Algebraic Topology*, Cambridge, Massachusetts 1984
- Boto von Querenburg: *Mengentheoretische Topologie*, Springer, 3. Auflage 2001.

Vorkenntnisse:

Analysis I und II, Lineare Algebra I

Verwendbar in folgenden Modulen:

Wahlmodul im Optionsbereich (2HfB21)
Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21)
Mathematische Vertiefung (MEd18, MEH21)
Reine Mathematik (MSc14)
Wahlmodul (MSc14)
Wahlmodul (MScData24)

Wahrscheinlichkeitstheorie

Angelika Rohde, Assistenz: Johannes Brutsche auf Englisch
Vorlesung: Di, Do, 10–12 Uhr, HS Weismann-Haus, Albertstr. 21a
Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt
Klausur: Datum wird noch bekanntgegeben

Inhalt:

Das Problem der Axiomatisierung der Wahrscheinlichkeitstheorie wurde 1933 von Kolmogorov gelöst: Eine Wahrscheinlichkeit ist ein Maß auf der Menge aller möglichen Versuchsausgänge eines zufälligen Experiments. Von diesem Ausgangspunkt entwickelt sich die gesamte moderne Wahrscheinlichkeitstheorie mit zahlreichen Bezügen zu aktuellen Anwendungen.

Die Vorlesung ist eine systematische Einführung dieses Gebietes auf maßtheoretischer Grundlage und beinhaltet unter anderem den zentralen Grenzwertsatz in der Version von Lindeberg-Feller, bedingte Erwartungen und reguläre Versionen, Martingale und Martingalkonvergenzsätze, das starke Gesetz der großen Zahlen und den Ergodensatz sowie die Brown'sche Bewegung.

Vorkenntnisse:

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

nützlich: Analysis III

Verwendbar in folgenden Modulen:

Wahlmodul im Optionsbereich (2HfB21)
Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21)
Mathematische Vertiefung (MEd18, MEH21)
Angewandte Mathematik (MSc14)
Wahlmodul (MSc14)
Advanced Lecture in Stochastics (MScData24)
Elective in Data (MScData24)

Wahrscheinlichkeitstheorie III: Stochastische Integration

David Criens, Assistenz: Samuel Adeosun auf Englisch
Vorlesung: Mi, 14–16 Uhr, HS II, Albertstr. 23b, Do, 10–12 Uhr, SR 404, Ernst-Zermelo-Str. 1
Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt

Inhalt:

This lecture builds the foundation of one of the key areas of probability theory: stochastic analysis. We start with a rigorous construction of the Itô integral that integrates against a Brownian motion (or, more generally, a continuous local martingale). In this connection, we learn about Itô's celebrated formula, Girsanov's theorem, representation theorems for continuous local martingales and about the exciting theory of local times. Then, we discuss the relation of Brownian motion and Dirichlet problems. In the final part of the lecture, we study stochastic differential equations, which provide a rich class of stochastic models that are of interest in many areas of applied probability theory, such as mathematical finance, physics or biology. We discuss the main existence and uniqueness results, the connection to the martingale problem of Stroock-Varadhan and the important Yamada-Watanabe theory.

Literatur:

- O. Kallenberg: *Foundartions of Modern Probability*,3. Auflage., Springer Nature Switzerland, 2021.
- I. Karatzas and S. E. Shreve: *Brownian Motion and Stochastic Calculus*, 2. Auflage, Springer New York, 1991.

Vorkenntnisse:

Wahrscheinlichkeitstheorie I und II (Stochastische Prozesse)

Verwendbar in folgenden Modulen:

Wahlmodul im Optionsbereich (2HfB21)
Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21)
Angewandte Mathematik (MSc14)
Mathematik (MSc14)
Vertiefungsmodul (MSc14)
Wahlmodul (MSc14)
Advanced Lecture in Stochastics (MScData24)
Elective in Data (MScData24)

Lesekurse „Wissenschaftliches Arbeiten“

Alle Professor:innen und Privatdozen:innen des Mathematischen Instituts Vortrag/Teilnahme auf Deutsch oder Englisch möglich

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.

Verwendbar in folgenden Modulen:

Wissenschaftliches Arbeiten (MEd18, MEH21)
Mathematik (MSc14)
Vertiefungsmodul (MSc14)
Wahlmodul (MSc14)

1c. Weiterführende zweistündige Vorlesungen

Algorithmic Aspects of Data Analytics and Machine Learning

Sören Bartels, Assistenz: Tatjana Schreiber auf Englisch
Vorlesung: Mi, 10–12 Uhr, SR 226, Hermann-Herder-Str. 10
Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt

Inhalt:

The lecture addresses algorithmic aspects in the practical realization of mathematical methods in big data analytics and machine learning. The first part will be devoted to the development of recommendation systems, clustering methods and sparse recovery techniques. The architecture and approximation properties as well as the training of neural networks are the subject of the second part. Convergence results for accelerated gradient descent methods for nonsmooth problems will be analyzed in the third part of the course. The lecture is accompanied by weekly tutorials which will involve both, practical and theoretical exercises.

Literatur:

- B. Bohn, J. Garcke, M. Griebel: *Algorithmic Mathematics in Machine Learning*, SIAM, 2024
- P. Petersen: *Neural Network Theory*, Lecture Notes, TU Vienna, 2022
- V. Shikhman, D. Müller: *Mathematical Foundations of Big Data Analytics*, Springer, 2021
- N. Walkington: *Nesterov's Method for Convex Optimization*, SIAM Review, 2023

Vorkenntnisse:

Numerik I, II oder Basics in Applied Mathematics

Verwendbar in folgenden Modulen:

Wahlmodul im Optionsbereich (2HfB21)
Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21)
Mathematische Ergänzung (MEd18)
Angewandte Mathematik (MSc14)
Mathematik (MSc14)
Vertiefungsmodul (MSc14)
Wahlmodul (MSc14)
Elective in Data (MScData24)

Differential Topology

Mikhail Tëmkin auf Englisch
Vorlesung: Mo, 14–16 Uhr, SR 404, Ernst-Zermelo-Str. 1
Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt

Inhalt:

The notion of a manifold is fundamental importance. On one hand, it is a common ground for many branches of pure and applied mathematics, as well as mathematical physics. On the other hand, it itself is a lush source of elegant, unexpected and structural results. Next, algebraic topology is to mathematics what the periodic table is to chemistry: it offers order to what seems to be chaotic (more precisely, to topological spaces of which manifolds is an important example). Finally, differential topology studies smooth manifolds using topological tools. As it turns out, narrowing the scope to manifolds provides many new beautiful methods, structure and strong results, that are applicable elsewhere – as we will see in the course. Necessary notions from algebraic topology will be covered in the beginning.

Literatur:

- Hatcher: *Algebraic topology*
- Hirsch: *Differential topology*
- Milnor: *Topology from the Differentiable Viewpoint*
- Kosinski: *Differential manifolds*

Vorkenntnisse:

Mengentheoretische Topologie (z.B. aus der Topologie-Vorlesung vom Sommersemester 2024)

Verwendbar in folgenden Modulen:

Wahlmodul im Optionsbereich (2HfB21)
Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21)
Reine Mathematik (MSc14)
Mathematik (MSc14)
Vertiefungsmodul (MSc14)
Wahlmodul (MSc14)
Wahlmodul (MScData24)

Endliche einfache Gruppen

Amador Martín Pizarro, Assistenz: Charlotte Bartnick auf Deutsch
Vorlesung: Mi, 14–16 Uhr, SR 125, Ernst-Zermelo-Str. 1
Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt

Inhalt:

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

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

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

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

Literatur:

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

Vorkenntnisse:

Algebra und Zahlentheorie

Verwendbar in folgenden Modulen:

Wahlmodul im Optionsbereich (2HfB21)
Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21)
Mathematische Ergänzung (MEd18)
Reine Mathematik (MSc14)
Mathematik (MSc14)
Vertiefungsmodul (MSc14)
Wahlmodul (MSc14)
Wahlmodul (MScData24)

Lévy Processes and Financial Applications

Ernst August v. Hammerstein auf Englisch
Vorlesung: Mo, 14–16 Uhr, HS II, Albertstr. 23b
Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt

Inhalt:

Lévy-Prozesse sind das zeitstetige Analogon zu Irrfahrten (random walks) in diskreter Zeit, da sie definitionsgemäß ebenfalls unabhängige und stationäre Zuwächse besitzen. Sie bilden eine fundamentale Klasse stochastischer Prozesse, die vielfache Anwendungen in der Versicherungs- und Finanzmathematik, der Warteschlangentheorie und auch in der Physik und Telekommunikation gefunden haben. Auch die Brownsche Bewegung und der Poisson-Prozess, die vielleicht schon aus anderen Vorlesungen bekannt sind, gehören zu dieser Klasse. Trotz ihrer Reichhaltigkeit und Flexibilität sind Lévy-Prozesse üblicherweise sowohl analytisch wie auch numerisch sehr handhabbar, da ihre Verteilung durch ein einzelnes eindimensionales, unbegrenzt teilbares Wahrscheinlichkeitsmaß erzeugt wird.

Die Vorlesung beginnt mit einer Einführung in unbegrenzt teilbare Verteilungen und der Herleitung der berühmten Lévy-Khintchine-Formel. Danach wird erläutert, wie Lévy-Prozesse daraus entstehen und wie die Charakteristiken der Verteilungen die Pfadeigenschaften der zugehörigen Prozesse beeinflussen. Nach einem kurzen Blick auf die Methode der Subordination wird abschließend die Optionsbewertung in von Lévy-Prozessen getriebenen Finanzmarktmodellen diskutiert.

Literatur:

- D. Applebaum: *Lévy processes and Stochastic Calculus*, Cambridge University Press, 2005.
- J. Bertoin: *Lévy Processes*, Cambridge University Press, 2005.
- R. Cont, P. Tankov: *Financial Modelling with Jump Processes*, Chapman & Hall/CRC, 2004.
- E. Eberlein, J. Kallsen: *Mathematical Finance*, Springer, 2019.
- P. E. Protter: *Stochastic Integration and Differential Equations* (Second Edition, Version 2.1), Springer, 2005.
- K.-I. Sato: *Lévy Processes and Infinitely Divisible Distributions*, Cambridge University Press, 1999.

Vorkenntnisse:

notwendig: Wahrscheinlichkeitstheorie I

nützlich: Wahrscheinlichkeitstheorie II (Stochastische Prozesse)

Verwendbar in folgenden Modulen:

Wahlmodul im Optionsbereich (2HfB21)
Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21)
Mathematische Ergänzung (MEd18)
Angewandte Mathematik (MSc14)
Mathematik (MSc14)
Vertiefungsmodul (MSc14)
Wahlmodul (MSc14)
Elective in Data (MScData24)

Machine Learning for Stochastics

Thorsten Schmidt auf Englisch
Vorlesung: Mi, 12–14 Uhr, HS II, Albertstr. 23b
Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt

Inhalt:

In this lecture we will study new and highly efficient tools from machine learning which are applied to stochastic problems. This includes neural SDEs as a generalisation of stochastic differential equations relying on neural networks, transformers as a versatile tool not only for languages but also for time series, transformers and GANs as generator of time series and a variety of applications in Finance and insurance such as (robust) deep hedging, signature methods and the application of reinforcement learning.

Vorkenntnisse:

Wahrscheinlichkeitstheorie. Für einige Teile wird zudem ein gutes Verständnis stochastischer Prozesse gebraucht. In der Vorlesung wird dazu eine (sehr) kurze Einführung gegeben, so dass es für schnell Lernende möglich ist, der Veranstaltung auch ohne die Vorlesung 'Stochastische Prozesse' zu folgen.

Verwendbar in folgenden Modulen:

Wahlmodul im Optionsbereich (2HfB21)
Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21)
Mathematische Ergänzung (MEd18)
Angewandte Mathematik (MSc14)
Mathematik (MSc14)
Vertiefungsmodul (MSc14)
Wahlmodul (MSc14)
Elective in Data (MScData24)

Numerical Optimization

Moritz Diehl, Assistenz: Florian Messerer auf Englisch
Übung / flipped classroom: Di, 14–16 Uhr, HS II, Albertstr. 23b
Klausur: Datum wird noch bekanntgegeben

Inhalt:

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

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

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

Literatur:

- S. Boyd, L. Vandenberghe: *Convex Optimization*, Cambridge University Press, 2004.
- M. Diehl: *Lecture Notes Numerical Optimization*
- J. Nocedal, S. J. Wright: *Numerical Optimization*, second edition, Springer, 2006.

Vorkenntnisse:

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

nützlich: Einführung in die Numerik

Bemerkungen:

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

Verwendbar in folgenden Modulen:

Wahlmodul im Optionsbereich (2HfB21)
Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21)
Mathematische Ergänzung (MEd18)
Angewandte Mathematik (MSc14)
Mathematik (MSc14)
Vertiefungsmodul (MSc14)
Wahlmodul (MSc14)
Elective in Data (MScData24)

Vorlesung: tba (ODE, Modellierung, ...)

Patrick Dondl auf Englisch
Vorlesung: Mi, 14–16 Uhr, SR 226, Hermann-Herder-Str. 10
Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt

Inhalt:

Weitere Informationen folgen Ende Januar!

Verwendbar in folgenden Modulen:

Wahlmodul im Optionsbereich (2HfB21)
Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21)
Mathematische Ergänzung (MEd18)
Angewandte Mathematik (MSc14)
Mathematik (MSc14)
Vertiefungsmodul (MSc14)
Wahlmodul (MSc14)
Elective in Data (MScData24)

2a. Fachdidaktik

Einführung in die Fachdidaktik der Mathematik

Katharina Böcherer-Linder auf Deutsch
Vorlesung mit Übung: Mo, 10–12 Uhr, SR 226, Hermann-Herder-Str. 10
Übung: 2-stündig, verschiedene Termine
Klausur: Datum wird noch bekanntgegeben

Inhalt:

Mathematikdidaktische Prinzipien sowie deren lerntheoretische Grundlagen und Möglichkeiten unterrichtlicher Umsetzung (auch z.B. mit Hilfe digitaler Medien).
Theoretische Konzepte zu zentralen mathematischen Denkhandlungen wie Begriffsbilden, Modellieren, Problemlösen und Argumentieren.
Mathematikdidaktische Konstrukte: Verstehenshürden, Präkonzepte, Grundvorstellungen, spezifische Schwierigkeiten zu ausgewählten mathematischen Inhalten.
Konzepte für den Umgang mit Heterogenität unter Berücksichtigung fachspezifischer Besonderheiten (z.B. Rechenschwäche oder mathematische Hochbegabung).
Stufen begrifflicher Strenge und Formalisierungen sowie deren altersgemäße Umsetzung.

Vorkenntnisse:

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

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

Bemerkungen:

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

Verwendbar in folgenden Modulen:

(Einführung in) Fachdidaktik Mathematik (2HfB21, MEH21, MEB21, MEdual24)

Didaktik der Funktionen und der Analysis

Jürgen Kury auf Deutsch
Seminar: Mi, 14–17 Uhr, SR 404, Ernst-Zermelo-Str. 1

Inhalt:

Exemplarische Umsetzungen der theoretischen Konzepte zu zentralen mathematischen Denkhandlungen wie Begriffsbilden, Modellieren, Problemlösen und Argumentieren für die Inhaltsbereiche Funktionen und Analysis.
Verstehenshürden, Präkonzepte, Grundvorstellungen, spezifische Schwierigkeiten zu den Inhaltsbereichen Funktionen und Analysis.
Grundlegende Möglichkeiten und Grenzen von Medien, insbesondere von computergestützten mathematischen Werkzeugen und deren Anwendung für die Inhaltsbereiche Funktionen und Analysis. Analyse Individueller mathematischer Lernprozesse und Fehler sowie Entwicklung individueller Fördermaßnahmen zu den Inhaltsbereichen Funktionen und Analysis.

Literatur:

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

Vorkenntnisse:

Einführung in die Fachdidaktik der Mathematik sowie Kenntnisse aus Analysis und Numerik.

Bemerkungen:

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

Verwendbar in folgenden Modulen:

Fachdidaktik der mathematischen Teilgebiete (MEd18, MEH21, MEB21)

Didaktik der Stochastik und der Algebra

Frank Reinhold auf Deutsch
Seminar: Mo, 13–16 Uhr, SR 125, Ernst-Zermelo-Str. 1

Inhalt:

Exemplarische Umsetzungen der theoretischen Konzepte zu zentralen mathematischen Denkhandlungen wie Begriffsbilden, Modellieren, Problemlösen und Argumentieren für die Inhaltsbereiche Stochastik und Algebra.
Verstehenshürden, Präkonzepte, Grundvorstellungen, spezifische Schwierigkeiten zu den Inhaltsbereichen Stochastik und Algebra.
Grundlegende Möglichkeiten und Grenzen von Medien, insbesondere von computergestützten mathematischen Werkzeugen und deren Anwendung für die Inhaltsbereiche Stochastik und Algebra.
Analyse Individueller mathematischer Lernprozesse und Fehler sowie Entwicklung individueller Fördermaßnahmen zu den Inhaltsbereichen Stochastik und Algebra.

Literatur:

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

Vorkenntnisse:

Einführung in die Fachdidaktik der Mathematik sowie Kenntisse aus Stochastik und Algebra.

Bemerkungen:

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

Verwendbar in folgenden Modulen:

Fachdidaktik der mathematischen Teilgebiete (MEd18, MEH21, MEB21)

Fachdidaktikseminar: Mathe Unterricht = Mathe Studium ± x

Holger Dietz auf Deutsch
Seminar: Fr, 8–11 Uhr, Seminar für Ausbildung und Fortbildung der Lehrkräfte Freiburg, Oltmannstr. 22

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.

Vorkenntnisse:

Grundvorlesungen

Verwendbar in folgenden Modulen:

Fachdidaktische Entwicklung (MEd18, MEH21, MEB21)

Fachdidaktikseminare der PH Freiburg

Dozent:innen der PH Freiburg auf Deutsch

Bemerkungen:

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

Verwendbar in folgenden Modulen:

Fachdidaktische Entwicklung (MEd18, MEH21, MEB21)

Modul ”Fachdidaktische Forschung”

Dozent:innen der PH Freiburg auf Deutsch
Teil 1: Seminar ’Fachdidaktische Entwicklungsforschung zu ausgewählten Schwerpunkten’
Termin und Raum siehe Vorlesungsverzeichnis der PH Freiburg
Teil 2: Seminar ’Methoden der mathematikdidaktischen Forschung’
Termin und Raum siehe Vorlesungsverzeichnis der PH Freiburg
Teil 3: Begleitseminar zur Masterarbeit ’Entwicklung und Optimierung eines fachdidaktischen Forschungsprojekts’
Termine nach Vereinbarung

Inhalt:

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

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

Die Haupziele des Moduls sind die Fähigkeit zur Rezeption mathematikdidaktischer Forschung zur Klärung 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.

Voranmeldung: Wer neu an diesem Modul teilnehmen möchte, meldet sich bitte bis zum 28.02.2025 per E-Mail bei didaktik@math.uni-freiburg.de und bei Ralf Erens.

Verwendbar in folgenden Modulen:

Fachdidaktische Forschung (MEd18, MEH21, MEB21)

2b. Tutoratsmodul

Lernen durch Lehren

auf Deutsch

Inhalt:

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

Bemerkungen:

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

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

Verwendbar in folgenden Modulen:

Wahlmodul im Optionsbereich (2HfB21)
Wahlmodul (BSc21)
Wahlmodul (MSc14)
Wahlmodul (MScData24)

2c. Praktische Übungen

Einführung in die Programmierung für Studierende der Naturwissenschaften

Ludwig Striet auf Deutsch
Vorlesung: Mo, 16–18 Uhr, HS Weismann-Haus, Albertstr. 21a
Übung: 2-stündig, 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:

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

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.

Verwendbar in folgenden Modulen:

Praktische Übung (2HfB21, MEH21, MEB21)
Wahlmodul im Optionsbereich (2HfB21)
BOK-Kurs (BSc21)
Mathematische Ergänzung (MEd18)

Praktische Übung Numerik

Sören Bartels, Assistenz: Vera Jackisch auf Deutsch
Übung: 2-stündig 14-täglich, verschiedene Termine

Inhalt:

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

Vorkenntnisse:

Siehe bei der Vorlesung Numerik II.

Zusätzlich elementare Programmierkenntnisse.

Verwendbar in folgenden Modulen:

Praktische Übung (2HfB21, MEH21, MEB21)
Wahlmodul im Optionsbereich (2HfB21)
Numerik (BSc21)
Mathematische Ergänzung (MEd18)

Praktische Übung Stochastik

Sebastian Stroppel auf Deutsch
Mo, 14–16 Uhr, SR 226, Hermann-Herder-Str. 10

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.

Vorkenntnisse:

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

Verwendbar in folgenden Modulen:

Praktische Übung (2HfB21, MEH21, MEB21)
Wahlmodul im Optionsbereich (2HfB21)
Mathematische Ergänzung (MEd18)
Wahlmodul (MScData24)

Praktische Übung Machine Learning

Carola Heinzel, Assistenz: Samuel Adeosun auf Englisch
Do, 14–16 Uhr, PC-Pool Raum -100, Hermann-Herder-Str. 10

Inhalt:

This course introduces the foundational concepts and practical skills necessary for understanding and implementing machine learning models, with a particular focus on deep learning and neural networks. Students will progress from basic programming skills in Python , with a focus on the PyTorch library, to advanced topics such as training multilayer perceptrons, optimization techniques, and transformer architectures. By the end of the course, participants will have the ability to implement and analyze neural networks, apply optimization strategies, and understand modern transformer-based models for tasks such as text generation and time series analysis.

Vorkenntnisse:

Programmiergrundkenntnisse und Grundkenntnisse in Stochastik.

Verwendbar in folgenden Modulen:

Praktische Übung (2HfB21, MEH21, MEB21)
Wahlmodul im Optionsbereich (2HfB21)
Mathematische Ergänzung (MEd18)
Wahlmodul (MSc14)
Wahlmodul (MScData24)

Praktische Übung Formales Beweisen

Peter Pfaffelhuber auf Englisch
Di, 12–14 Uhr, SR 404, Ernst-Zermelo-Str. 1

Inhalt:

Lean4 is both, a programming language and an interactive theorem prover. By the latter, we mean software that is able to check mathematical proofs. It is interactive since the software tells you what remains to be proven after every line of code. The course is an introduction to this technique, with examples from various fields of mathematics. Lean4 is special since researchers all over the world are currently building a [library of mathematical theories](https://github.com/leanprover-community/mathlib4), which contains at the moment around 1.5 million lines of code. I aim to cover basics from calculus, algebra, topology and measure theory in Lean4.

Literatur:

You can treat Lean4 as a game. If you only want to try it out, please visit the natural number game.

Other literature is:

- *Mathematics in Lean4*
- *Theorem Proving in Lean4*
- Kevin Buzzard: *Formalizing Mathematics*

Vorkenntnisse:

Analysis I und II, Lineare Algebra I

Verwendbar in folgenden Modulen:

Praktische Übung (2HfB21, MEH21, MEB21)
Wahlmodul im Optionsbereich (2HfB21)
Mathematische Ergänzung (MEd18)
Wahlmodul (MSc14)
Wahlmodul (MScData24)

3a. Proseminare

Proseminar: Eindimensionales Maximumprinzip

Guofang Wang auf Deutsch
Seminar: Mi, 16–18 Uhr, SR 125, Ernst-Zermelo-Str. 1
Vorbesprechung 05.02., 16:00, SR 125, Ernst-Zermelo-Str. 1
Vortragsbesprechungen (Tutorium zum Seminar): Termine nach Vereinbarung

Inhalt:

Das Proseminar behandelt eindimensionale Maximumprinzipien. Das Prinzip basiert auf den notwendigen Bedingungen für Extremstellen. Nimmt eine zweimal dfferenzierbare Funktion $f : (a, b) \to \mathbb{R}$ an einem Punkt $x_0 \in \mathbb{R}$ ein lokales Maximum an, so erfüllt die erste Ableitung $f'(x_0) = 0$ und die zweite Ableitung $f''(x_0) \leqslant 0$. Dies impliziert, dass die Funktion f ihr Maximum am Rand $\partial(a, b) = \{a, b\}$ des Intervalls annehmen muss, falls man weiß, dass $f'' > 0$ in ganz (a, b) gilt. Diese Schlussfolgerung nennt man in der Theorie der partiellen Differentialgleichungen das schwache Maximumprinzip. In dem Proseminar verwenden wir es hauptsächlich für gewöhnliche Differentialgleichungen.

Literatur:

Murray H. Protter, Hans F. Weinberger:

Vorkenntnisse:

Analysis I und II

Verwendbar in folgenden Modulen:

Proseminar (2HfB21, BSc21, MEH21, MEB21)

Proseminar: Unendlichdimensionale Vektorräume

Susanne Knies auf Deutsch
Seminar: Do, 14–16 Uhr, SR 404, Ernst-Zermelo-Str. 1
Voranmeldung:
bis zum 30.01. an Vivien Vogelmann
Vorbesprechung 04.02., 12:00, SR 318, Ernst-Zermelo-Str. 1
Vortragsbesprechungen (Tutorium zum Seminar): Termine nach Vereinbarung

Inhalt:

In dem Proseminar geht es um Aussagen, die aus endlichdimensionalen Vektorräumen bekannt sind, im unendlichdimensionalen Fall aber nicht mehr gelten. Welche Konsequenzen ergeben sich daraus? Was gilt statt dessen? Mit welchen zusätzlichen Voraussetzungen kann man sich evtl. retten?

Für detailliertere Informationen siehe Webseite!

Vorkenntnisse:

Analysis I, II und Lineare Algebra I, II

Bemerkungen:

Das Proseminar ist insbesondere für Studierende im Polyvalenten Zwei-Hauptfächer-Bachelor-Studiengang geeignet!

Verwendbar in folgenden Modulen:

Proseminar (2HfB21, BSc21, MEH21, MEB21)

Proseminar: Verbandstheorie

Markus Junker auf Deutsch
Seminar: Mo, 14–16 Uhr, SR 127, Ernst-Zermelo-Str. 1
Voranmeldung:
bis 31.01. an Markus Junker
Vorbesprechung 07.02., 11:15, SR 318, Ernst-Zermelo-Str. 1
Vortragsbesprechungen (Tutorium zum Seminar): Termine nach Vereinbarung

Inhalt:

Verbände sind ähnlich grundlegende mathematische Strukturen wie Ordnungen oder Gruppen. Ein Verband ist eine Menge mit zwei assoziativen und kommutativen Verknüpfungen $\cap$ und $\cup$, die die Absorptionsgesetze $a \cap (a \cup b) = a$ und $a \cup (a \cap b) = a$ erfüllen. Zum Beispiel bilden die Teilmengen einer festen Menge einen Verband; oder die Untervektorräume eines festen Vektorraums, wenn man für $\cup$ den von der mengentheoretischen Vereinigung erzeugten Untervektorraum bildet. Verbände mit speziellen Zusatzeigenschaften sind beispielsweise Boole'sche Algebren,

Im Proseminar wollen wir uns einerseits anschauen, was man grundlegend über beliebige Verbände sagen kann, und dann einige Ergebnisse über speziellere Verbände.

Literatur:

- Hans Hermes: *Einführung in die Verbandstheorie*, 2. Auflage, Springer 1967.
- Garrett Birkhoff: *Lattice Theory*, AMS.

Weitere Literatur wird dann zu den einzelnen Vorträgen angegeben.

Vorkenntnisse:

Lineare Algebra I und II, Analysis I

Verwendbar in folgenden Modulen:

Proseminar (2HfB21, BSc21, MEH21, MEB21)

Proseminar: Gegenbeispiele in der Wahrscheinlichkeitstheorie

David Criens Seminar
Die Vorträge werden als Blöcke in der Mitte des Semesters stattfinden; die genauen Termine werden in der Vorbesprechung ausgemacht.
Vorbesprechung 06.02., 10:00, Raum 232, Ernst-Zermelo-Str. 1,
weiterer Besprechungstermine am 23.04.2025, 10:00; in SR 232

Inhalt:

Es sind nicht nur Sätze, Beweise oder illustrierende Beispiele, sondern auch Gegenbeispiele, die die Tiefe und Schönheit einer Theorie aufzeigen. Natürliche Fragen sind: (a) sind die Voraussetzungen eines Satzes notwendig und nicht nur hinreichend; (b) sind Voraussetzungen hinreichend und nicht nur notwendig; (c) gelten auch Gegenrichtungen von Aussagen. In diesem Proseminar beschäftigen wir uns mit Gegenbeispielen aus dem Gebiet der Wahrscheinlichkeitstheorie. Mögliche Themen reichen von klassischen Fragestellungen, wie der Messbarkeit, Unabhängigkeit von Zufallsvariablen, Erwartungswerten oder bedingten Wahrscheinlichkeiten, bis hin zu fortgeschritteneren Themen, wie Grenzwertsätzen, Martingalen oder Markov Prozessen. Für jeden interessierten Studierenden kann ein passendes Thema gefunden werden.

Vorkenntnisse:

Stochastik I (es können auch Themen aus Wahrscheinlichkeitstheorie I–III vergeben werden)

Verwendbar in folgenden Modulen:

Proseminar (2HfB21, BSc21, MEH21, MEB21)

3b. Seminare

Seminar: Approximation Properties of Deep Learning

Diyora Salimova Vortrag/Teilnahme auf Deutsch oder Englisch möglich
Seminar: Mo, 12–14 Uhr, online, -
Voranmeldung:
per E-Mail an Diyora Salimova
Vorbesprechung 14.04., 15:00,
über Zoom (bitte schreiben Sie der Dozentein, falls der Termin nicht passt)
Vortragsbesprechungen (Tutorium zum Seminar): Termine nach Vereinbarung

Inhalt:

In recent years, deep learning have been successfully employed for a multitude of computational problems including object and face recognition, natural language processing, fraud detection, computational advertisement, and numerical approximations of differential equations. Such simulations indicate that neural networks seem to admit the fundamental power to efficiently approximate high-dimensional functions appearing in these applications.

The seminar will review some classical and recent mathematical results on approximation properties of deep learning. We will focus on mathematical proof techniques to obtain approximation estimates on various classes of data including, in particular, certain types of PDE solutions.

Vorkenntnisse:

Grundlagen der Funktionalanalysis, der Numerik partieller Differentialgleichungen und der Wahrscheinlichkeitstheorie.

Verwendbar in folgenden Modulen:

Wahlmodul im Optionsbereich (2HfB21)
Mathematisches Seminar (BSc21)
Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21)
Mathematische Ergänzung (MEd18)
Mathematisches Seminar (MSc14)
Wahlmodul (MSc14)
Mathematisches Seminar (MScData24)
Elective in Data (MScData24)

Seminar zur Darstellungstheorie

Wolfgang Soergel, Assistenz: Damian Sercombe Vortrag/Teilnahme auf Deutsch oder Englisch möglich
Seminar: Do, 10–12 Uhr, SR 125, Ernst-Zermelo-Str. 1
Voranmeldung:
Per E-Mail an Wolfgang Soergel
Vorbesprechung 28.01., 14:15, SR 127, Ernst-Zermelo-Str. 1
Vortragsbesprechungen (Tutorium zum Seminar): Termine nach Vereinbarung

Inhalt:

Dieses Seminar soll in die Theorie der linearen algebraischen Gruppen einführen. Lineare algebraische Gruppen sind Verallgemeinerungen der aus der linearen Algebra bekannten Matrizengruppen.

Ich stelle mir ein Format vor, in dem ich oder Sercombe vortragen und dazwischen die Seminarteilnehmer eigene Vorträge halten. Das Seminar ist eine sinnvolle Ergänzung zur kommutativen Algebra, auf die auch je länger desto mehr Bezug genommen werden wird.

Literatur:

- A. Borel: *Linear Algebraic Groups*
- J. Humphreys: *Linear Algebraic Groups*
- T. A. Springer: *Linear Algebraic Groups*
- W. Soergel *Skript* (zum Teil)

Vorkenntnisse:

Algebra und Zahlentheorie (wobei die Details der Galoistheorie und Körpertheorie weniger relevant sind als die allgemeine Theorie der Gruppen und Ringe) und Lineare Algebra.

Verwendbar in folgenden Modulen:

Wahlmodul im Optionsbereich (2HfB21)
Mathematisches Seminar (BSc21)
Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21)
Mathematische Ergänzung (MEd18)
Mathematisches Seminar (MSc14)
Wahlmodul (MSc14)
Wahlmodul (MScData24)

Seminar: Geometrische Analysis

Ernst Kuwert Seminar: Di, 14–16 Uhr, SR 125, Ernst-Zermelo-Str. 1
Vorbesprechung 04.02., 12:15, SR 218, Ernst-Zermelo-Str. 1
Vortragsbesprechungen (Tutorium zum Seminar): Termine nach Vereinbarung

Inhalt:

Thema des Seminars ist der *curve shortening flow*. Danach bewegt sich eine geschlossene Kurve c im $\mathbb{R}^2$ nach dem Gesetz

$$\frac{\partial c}{\partial t} = \varkappa \nu.$$

Als Hauptergebnis wollen wir zeigen, dass eine eingebettete Kurve c nach endlicher Zeit auf einen Punkt kontrahiert und dabei asymptotisch rund wird (Satz von Grayson). Dies ist erstaunlich, da eingebettete Kurven in der Ebene sehr kompliziert sein können.

Als Techniken werden wir u.a. das Maximumprinzip, eine Monotonieformel, Krümmungsabschätzungen, Blow-up-Argumente kennenlernen. Der *curve shortening flow* ist ein einfacher Prototyp für Evolutionsgleichungen mit zentralen Anwendungen in der Geometrie.

Literatur:

- Robert Haslhofer: *Lectures on curve shortening flow*, 2016,
- Ben Andrews et al.: *Extrinsic geometric flows*, AMS Graduate Studies in Mathematics.

Vorkenntnisse:

Analysis I–III

Bemerkungen:

An das Seminar können sich Bachelorarbeiten anschließen.

Verwendbar in folgenden Modulen:

Wahlmodul im Optionsbereich (2HfB21)
Mathematisches Seminar (BSc21)
Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21)
Mathematische Ergänzung (MEd18)
Mathematisches Seminar (MSc14)
Wahlmodul (MSc14)
Wahlmodul (MScData24)

Seminar: Hauptfaserbündel, Holonomie und charakteristische Klassen

Nadine Große, Assistenz: Maximilian Stegemeyer Vortrag/Teilnahme auf Deutsch oder Englisch möglich
Seminar: Di, 8–10 Uhr, SR 404, Ernst-Zermelo-Str. 1
Vorbesprechung 04.02., 10:00, SR 318, Ernst-Zermelo-Str. 1
Vortragsbesprechungen (Tutorium zum Seminar): Termine nach Vereinbarung

Inhalt:

Auf einer Riemannschen Mannigfaltigkeit (M, g) kann durch Paralleltransport entlang einer Kurve eine Isometrie zwischen den Tangentialräumen an verschiedenen Punkten gefunden werden. Beschränkt man sich auf geschlossene Kurven, so erhält man eine Gruppe von linearen Isometrien des Tangentialraums eines Punktes. Diese Gruppe hängt bis auf Isomorphismus nur von der Riemannschen Metrik und der Mannigfaltigkeit – nicht aber vom gewählten Punkt – ab. Man bezeichnet diese Gruppe als die *Holonomie-Gruppe* von (M, g). Die Holonomie-Gruppe enthält wichtige Informationen über die Metrik und über zusätzliche geometrische Strukturen der Mannigfaltigkeit.

Im ersten Teil dieses Seminars wollen wir das Konzept der Holonomiegruppe verstehen. Dafür werden wir Zusammenhänge auf Hauptfaserbündeln benutzen und zunächst noch allgemeiner den Begriff der Holonomiegruppe eines Zusammenhangs auf einem Hauptfaserbündel betrachten.

Mit den erlernten Methoden über Zusammenhänge auf Hauptfaserbündeln lassen sich dann auch *charakteristische Klassen* behandeln. Dies sind Kohomologieklassen in der de-Rham-Kohomologie einer Mannigfaltigkeit, die für ein gegebenes Vektorbündel über der Mannigfaltigkeit konstruiert werden können. Im letzten Teil des Seminars werden wir daher auch diese charakteristischen Klassen, ihre Konstruktion und deren Anwendungen kennen lernen.

Vorkenntnisse:

Differentialgeometrie I

Verwendbar in folgenden Modulen:

Wahlmodul im Optionsbereich (2HfB21)
Mathematisches Seminar (BSc21)
Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21)
Mathematische Ergänzung (MEd18)
Mathematisches Seminar (MSc14)
Wahlmodul (MSc14)
Wahlmodul (MScData24)

Seminar: Mathematik ohne das Auswahlaxiom

Heike Mildenberger, Assistenz: Maxwell Levine Vortrag/Teilnahme auf Deutsch oder Englisch möglich
Seminar: Di, 16–18 Uhr, SR 127, Ernst-Zermelo-Str. 1
Vorbesprechung 29.01., 13:15, Raum 313, Ernst-Zermelo-Str. 1
Vortragsbesprechungen (Tutorium zum Seminar): Termine nach Vereinbarung

Inhalt:

Das Auswahlaxiom gehört zu den akzeptierten unbeweisbaren Grundannahmen. Es sagt, dass jede Menge M nicht leerer Mengen eine Auswahlfunktion hat, das ist eine Funktion $f : M \to \bigcup M$ mit der Eigenschaft $\forall x \in M$, $f(x) \in x$. Auf der Basis der anderen Axiome ZF von Zermelo und Fraenkel gibt es zahlreiche zum Auswahlaxiom äquivalente Aussagen, zum Beispiel die Wohlordenbarkeit jeder Menge und das Lemma von Zorn. Wir studieren in diesem Seminar Modelle der Axiome ZF, in denen das Auswahlaxiom explizit negiert wird. Am Anfang stehen Modelle zum Beweis des folgenden Satzen von Cohen aus dem Jahre 1963: Wenn ZF konsistent ist, so auch ZF und das Negat von AC. Ein Jahr später zeigte Solovay: Es gibt ZF-Modelle, in denen jede Teilmenge der reellen Zahlen Lebesgue-messbar ist, es also keine Vitali-Menge gibt. Zwanzig Jahre später fand man: Eine stark unerreichbare Kardinalzahl ist zur Konstruktion eines solchen Modells unerlässlich. Zahlreiche Fragen nach Abstufungen und besonderen Formen der Negation des Auswahlaxioms sind offen.

Literatur:

- Thomas Jech: *Set Theory*, The Third Millenium Edition, revised and expanded, Springer, 2003.
- Lorenz Halbeisen: *Combinatorial Set Theory*, Springer, 2012.
- Jacques Raisonnier, Jacques Stern: *The strength of measurability hypotheses*, Israel Journal of Mathematics 50, 1985, 337-349.
- Ralf Schindler: *Set theory, Exploring independence and truth*, Springer, 2014.

Vorkenntnisse:

Mengenlehre

Verwendbar in folgenden Modulen:

Wahlmodul im Optionsbereich (2HfB21)
Mathematisches Seminar (BSc21)
Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21)
Mathematische Ergänzung (MEd18)
Mathematisches Seminar (MSc14)
Wahlmodul (MSc14)
Wahlmodul (MScData24)

Seminar: Medical Data Science

Harald Binder Vortrag/Teilnahme auf Deutsch oder Englisch möglich
Seminar: Mi, 10–12 Uhr, HS Medizinische Biometrie, 1. OG, Stefan-Meier-Str. 26
Voranmeldung:
an bemb.imbi.sek@list.uniklinik-freiburg.de erwünscht
Vorbesprechung 28.01., 11:30–12:30, HS Medizinische Biometrie, 1. OG, Stefan-Meier-Str. 26

Inhalt:

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

Literatur:

Hinweise auf einführende Literatur werden in der Vorbesprechung gegeben.

Vorkenntnisse:

Gute Kenntnisse in Wahrscheinlichkeitstheorie und Mathematischer Statistik.

Bemerkungen:

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

Verwendbar in folgenden Modulen:

Wahlmodul im Optionsbereich (2HfB21)
Mathematisches Seminar (BSc21)
Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21)
Mathematische Ergänzung (MEd18)
Mathematisches Seminar (MSc14)
Wahlmodul (MSc14)
Mathematisches Seminar (MScData24)
Elective in Data (MScData24)

Seminar: Numerik partieller Differentialgleichungen

Sören Bartels, Assistenz: Vera Jackisch, Tatjana Schreiber Vortrag/Teilnahme auf Deutsch oder Englisch möglich
Seminar: Mo, 12–14 Uhr, SR 226, Hermann-Herder-Str. 10
Vorbesprechung 04.02., 12:00, Raum 209, Hermann-Herder-Str. 10,
Bei Verhinderung bei der Vorbesrepchung Anmeldung per E-Mail an Sören Bartels

Inhalt:

Im Seminar sollen weiterführende Themen der Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen behandelt werden. Dazu gehören die iterative Lösung der entstehenden linearen Gleichungssysteme mit Mehrgitter- und Gebietszerlegungsmethoden, die adaptive Verfeinerung von Finite-Elemente-Gittern, die Herleitung einer Approximationstheorie mit expliziten Konstanten sowie die Lösung nichtlinearer Probleme.

Literatur:

- S. Bartels: *Numerical Approximation of Partial Differential Equations*, Springer, 2016.
- D. Braess: *Finite Elements*, Cambridge Unversity Press, 2007.
- S. Brenner, R. Scott: *The Mathematical Theory of Finite Element Methods*, Springer, 2008.
- M. Dobrowolski: *Angewandte Funktionalanalysis*, Springer, 2010.

Vorkenntnisse:

Einführung in Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen

Verwendbar in folgenden Modulen:

Wahlmodul im Optionsbereich (2HfB21)
Mathematisches Seminar (BSc21)
Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21)
Mathematische Ergänzung (MEd18)
Mathematisches Seminar (MSc14)
Wahlmodul (MSc14)
Mathematisches Seminar (MScData24)
Elective in Data (MScData24)

Seminar über p-adische Geometrie

Abhishek Oswal, Assistenz: Ben Snodgrass auf Englisch
Seminar: Mo, 10–12 Uhr, SR 404, Ernst-Zermelo-Str. 1
Vorbesprechung 13.02., 14:30, SR 404, Ernst-Zermelo-Str. 1,
Please email Abhisehk Oswal, and Ben Snodgrass if you are interested in the seminar but cannot make it to the preliminary meeting.

Inhalt:

It has become clear over the last several decades that p-adic techniques play an indispensable role in arithmetic geometry. At an elementary level, p-adic numbers provide a compact and convenient language to talk about congruences between integers. Concretely, just as the field of real numbers $\mathbb{R}$ arise as the completion of the field $\mathbb{Q}$ of rational numbers with respect to the usual notion of distance on $\mathbb{Q}$, the field $\mathbb{Q}_p$ of p-adic numbers arise as the completion of $\mathbb{Q}$ with respect to an equally natural p-adic metric. Roughly, in the p-adic metric, an integer n is closer to 0, the larger the power of the prime number p that divides it. A general philosophy in number theory is then to treat all these completions $\mathbb{R}$, $\mathbb{Q}_p$ of the field $\mathbb{Q}$ on an equal footing. As we shall see in this course, familiar concepts from real analysis (i.e. notions like analytic functions, derivatives, measures, integrals, Fourier analysis, real and complex manifolds, Lie groups...), have completely parallel notions over the p-adic numbers.

While the Euclidean topology of $\mathbb{R}^n$ is rather well-behaved (so one may talk meaningfully about paths, fundamental groups, analytic continuation, ...), the p-adic field $\mathbb{Q}_p$ on the other hand is totally disconnected. This makes the task of developing a well-behaved notion of global p-adic analytic manifolds/spaces rather difficult. In the 1970s, John Tate's introduction of the concept of rigid analytic spaces, solved these problemsand paved the way for several key future developments in p-adic geometry.

The broad goal of this course will be to introduce ourselves to this world of p-adic analysis and rigid analytic geometry (due to Tate). Along the way, we shall see a couple of surprising applications of this circle of ideas to geometry and arithmetic. Specifically, we plan to learn Dwork's proof of the fact that the zeta function of an algebraic variety over a finite field is a rational function.

Literatur:

- Neal Koblitz: *p-adic numbers, p-adic analysis, and zeta-functions.*
- Jean-Pierre Serre: *A Course in arithmetic.*
- Siegfried Bosch: *Lectures on formal and rigid geometry.*
- John Tate: *Rigid analytic spaces.*
- Bernard Dwork: *On the rationality of the zeta function of an algebraic variety over a finite field.*

Vorkenntnisse:

Field theory, Galois theory and Commutative algebra.

Some willingness to accept unfamiliar concepts as black boxes. Prior experience with algebraic number theory, or algebraic geometry will be beneficial but not necessary.

Verwendbar in folgenden Modulen:

Wahlmodul im Optionsbereich (2HfB21)
Mathematisches Seminar (BSc21)
Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21)
Mathematische Ergänzung (MEd18)
Mathematisches Seminar (MSc14)
Wahlmodul (MSc14)
Wahlmodul (MScData24)

Seminar: Die Wiener-Chaos-Zerlegung und (nicht-)zentrale Grenzwertsätze

Angelika Rohde Vortrag/Teilnahme auf Deutsch oder Englisch möglich
Seminar
geplant als Blockseminar im Schwarzwald, voraussichtlich in der 2. Juli-Hälfte
Voranmeldung:
per E-Mail an Gabriele Bellerino
Vorbesprechung 30.01., 14:00, Raum 232, Ernst-Zermelo-Str. 1
Vortragsbesprechungen (Tutorium zum Seminar): Termine nach Vereinbarung

Inhalt:

Wohingegen lineare Transformationen von Gaußprozessen ihre gaußsche Eigenschaft bewahren, gilt dies für nichtlineare Funktionale, beispielsweise additive Funktionale der Form

$$\int_0^T f(X_s)ds \qquad oder \qquad \sum_{k=1}^{n} f(X_{k/n}),$$

im Allgemeinen nicht. Die Wiener-Chaos-Zerlegung bietet einen Rahmen zur Analyse nichtlinearer Funktionale von Gaußprozessen. Es handelt sich hierbei um eine orthogonale Zerlegung des Raumes

$$L^2(\mathbb{P}) = \bigoplus_{k=1}^{\infty} \mathcal{H}_k$$

der bezüglich $\mathbb{P}$ quadratintegrierbaren Zufallsvariablen, wobei $\mathbb{P}$ ein gaußsches Wahrscheinlichkeitsmaß ist. Dieses Konzept verallgemeinert dabei die Eigenschaften orthogonaler Polynome bezüglich eines Wahrscheinlichkeitsmaßes auf der reellen Achse auf ein (potentiell) unendlichdimensionales Szenario. Es stellt sich heraus, dass Elemente eines Wiener-Chaos $\mathcal{H}_k$ als mehrfache Wiener-Itô-Integrale dargestellt werden können, welche wiederum gut verstandene Objekte sind.

In diesem Seminar werden wir die grundlegenden Eigenschaften des Wiener-Chaos untersuchen, beginnend mit der Hermite-Polynombasis. Anschließend wenden wir uns fortgeschrittenen Themen wie Anwendungen im Malliavin-Kalkül zu, einem unendlichdimensionalen Differential-Kalkül auf gaußschen Wahrscheinlichkeitsräumen (stochastische Variationsrechnung). Des Weiteren werden zentrale und nichtzentrale Grenzwertsätze für nichtlineare Funktionale von gaußschen und nicht-gaußschen Prozessen sowie Invarianzprinzipien behandelt.

Vorkenntnisse:

Notwendige Vorkenntnisse bestehen nur aus Kenntnissen der Wahrscheinlichkeitstheorie I.

Für einige Vorträge sind Vorkenntnisse der Wahrscheinlichkeitstheorie II (Stochastische Prozesse) nützlich. Ihre individuellen Vorkenntnisse können bei der Vergabe der Themen jedoch selbstverständlich berücksichtigt werden.

Verwendbar in folgenden Modulen:

Wahlmodul im Optionsbereich (2HfB21)
Mathematisches Seminar (BSc21)
Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21)
Mathematische Ergänzung (MEd18)
Mathematisches Seminar (MSc14)
Wahlmodul (MSc14)
Mathematisches Seminar (MScData24)
Elective in Data (MScData24)

Seminar: Data-Driven Medicine from Routine Data

Nadine Binder Vortrag/Teilnahme auf Deutsch oder Englisch möglich
Seminar
Der wöchentliche Seminartermin wird noch festgelegt!
Voranmeldung:
per E-Mail an Nadine Binder
Vorbesprechung 06.02., 13:30, HS Medizinische Biometrie, 1. OG, Stefan-Meier-Str. 26,
Alternativtermin: 09.04.2025, gleiche Zeit und Ort

Inhalt:

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

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

Vorkenntnisse:

notwendig: Basismodul

nützlich: Wahrscheinlichkeitstheorie I

Verwendbar in folgenden Modulen:

Mathematisches Seminar (MScData24)
Elective in Data (MScData24)

Graduate Student Speaker Series

auf Englisch

Di, 14–16 Uhr, SR 226, Hermann-Herder-Str. 10

Inhalt:

Weitere Informationen folgen Ende Januar!

Verwendbar in folgenden Modulen:

Graduate Student Speaker Series (MScData24)