Universität Freiburg – Mathematisches Institut

Sommersemester 2026

Kommentiertes Vorlesungsverzeichnis

Version 23. Januar 2026

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/lehre/` finden. Bitte beachten Sie, dass es für einen Studiengang unter Umständen verschiedenen Prüfungsordnungsversionen mit verschiedenen Anforderungen gibt.

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

Bitte beachten Sie:

- Die beiden **Bachelor-Studiengänge** sowie die Studiengänge **Master of Education als Erweiterungsfach** beginnen mit den Grundvorlesungen Analysis I und II und Lineare Algebra I und II, auf denen die meisten weiteren Mathematikveranstaltungen inhaltlich aufbauen. Varianten für den Studienverlauf, falls man im Zwei-Hauptfächer-Bachelor-Studiengang aufgrund der Fächerkombination nur mit einer der beiden Grundvorlesungen anfangen kann, finden sich auf der Informationsseite des Studiengangs.
- Als sogenannte Orientierungsleistung müssen bis zum Ende des 3. Fachsemesters im **B.Sc.-Studiengang** die beiden Klausuren zu Analysis I und zu Lineare Algebra I bestanden sein, im **Zwei-Hauptfächer-Bachelor-Studiengang** mindestens eine der beiden.
- Darüber hinaus gibt es **keine Vorschriften an die Gestaltung des individuellen Studienverlaufs** und – abgesehen von der begrenzten Anzahl an Plätzen in jedem Seminar bzw. Proseminar – auch **keine 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 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/lehre/de/page/abschlussarbeiten/

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

Prof. Dr. **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, Algebraic Geometry, and Number Theory
Prof. Dr. **Peter Pfaffelhuber**	Stochastik, Biomathematik
Prof. Dr. **Angelika Rohde**	Mathematische Statistik, Wahrscheinlichkeitstheorie
Prof. Dr. **Michael Růžička**	Angewandte Mathematik und Partielle Differentialgleichungen
Prof. Dr. **Chiara Saffirio**	Mathematische Physik
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

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 2025/26 ist es: *Analyse*.

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

Ernst Kuwert, Assistenz: Xuwen Zhang 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.

Zentrale Konzepte: Metriken und Normen, Differentialrechung für Funktionen mehrerer Variabler, Lösung nichtlinearer Gleichungen, Kurvenintegrale, Anfangswertprobleme für 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

Sebastian Goette, Assistenz: Mikhail Tëmkin 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

Wolfgang Soergel, Assistenz: Damian Sercombe auf Deutsch
Vorlesung: Fr, 8–10 Uhr, HS Weismann-Haus, Albertstr. 21a
Übung: 2-stündig, verschiedene Termine
Klausur: Datum wird noch bekanntgegeben

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

Patrick Dondl, Assistenz: Jonathan Brugger auf Deutsch
Vorlesung: Mi, 14–16 Uhr, HS Weismann-Haus, Albertstr. 21a
Übung: 2-stündig 14-täglich, verschiedene Termine
Klausur: Datum wird noch bekanntgegeben , Achtung: die Klausur geht über Numerik I und II !

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, die im B.Sc.-Studiengang Mathematik verpflichtend ist.

Verwendbar in folgenden Modulen:

Numerik (2HfB21, MEH21)
Numerik (BSc21)

Stochastik II

Thorsten Schmidt, Assistenz: Simone Pavarana 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 – Eigenwerte in Riemann'scher Geometrie

Nadine Große bei Bedarf auf Englisch, sonst auf Deutsch

Vorlesung: Di, Do, 10–12 Uhr, SR 404, Ernst-Zermelo-Str. 1

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

Inhalt:

Informationen liegen noch nicht vor und werden so bald wie möglich nachgereicht.

Verwendbar in folgenden Modulen:

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

Functional Analysis

Guofang Wang auf Englisch
Vorlesung: Mo, Mi, 12–14 Uhr, HS II, Albertstr. 23b
Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt und in der Vorlesung bekanntgegeben
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)

Commutative Algebra and Introduction to Algebraic Geometry

Abhishek Oswal auf Englisch
Vorlesung: Di, Do, 12–14 Uhr, SR 404, Ernst-Zermelo-Str. 1
Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt und in der Vorlesung bekanntgegeben

Inhalt:

In 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)
Reine Mathematik (MSc14)
Mathematik (MSc14)
Vertiefungsmodul (MSc14)
Wahlmodul (MSc14)
Elective (MScData24)

Kurven und Flächen

Ernst Kuwert auf Deutsch
Vorlesung: Mo, Mi, 10–12 Uhr, HS II, Albertstr. 23b
Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt und in der Vorlesung bekanntgegeben

Inhalt:

Es geht um die Geometrie von Kurven und Flächen im $\mathbb{R}^n$. Im Vordergrund steht die Frage, was die Krümmung einer Kurve bzw. Fläche ist und was ihre geometrische Bedeutung ist. Die Vorlesung wendet sich an Studierende im Bachelor Mathematik und im Master of Education, und ist bei Vertiefung in den Bereichen Analysis, Geometrie und Angewandte Mathematik relevant.

Literatur:

- E. Kuwert: *Elementare Differentialgeometrie*, Skript 2018, https://home.mathematik.uni-freiburg.de/analysis/ElDiffGeo18/skript.pdf
- S. Montiel, A. Ros: *Curves and Surfaces*, AMS 2005.
- C. Bär: *Elementare Differentialgeometrie*, de Gruyter 2001.

Vorkenntnisse:

Grundvorlesungen in Analysis und Linearer Algebra

Verwendbar in folgenden Modulen:

Algebra und Zahlentheorie (2HfB21, MEH21)
Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21)
Einführung in die Algebra und Zahlentheorie (MEB21)
Algebra und Zahlentheorie (MEdual24)
Reine Mathematik (MSc14)
Wahlmodul (MSc14)
Elective (MScData24)

Lie-Gruppen

Wolfgang Soergel, Assistenz: Damian Sercombe bei Bedarf auf Englisch, sonst auf Deutsch
Vorlesung: Mo, Mi, 8–10 Uhr, HS II, Albertstr. 23b
Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt und in der Vorlesung bekanntgegeben

Inhalt:

Eine Liegruppe ist eine Mannigfaltigkeit mit Gruppenstruktur. Die Vorlesung beginnt mit dem Studium abgeschlossener Untergruppen der Matrizengruppen $GL(n;\mathbb{R})$. Man zeigt, daß sie stets Mannigfaltigkeiten sind und untersucht ihre Tangentialräume. Im weiteren Verlauf werden abstrakte Mannigfaltigkeiten und nichteingebettete Liegruppen diskutiert. Endziel ist die Klassifikation der kompakten Liegruppen.

Vorkenntnisse:

Die Vorlesung baut auf den Grundvorlesungen in Linearer Algebra und Analysis auf. Es werden keine weitergehenden Kenntnisse in Differentialgeometrie oder Gruppentheorie vorausgesetzt.

Bemerkungen:

Als Ergänzung bieten sich insbesondere das Seminar über Liealgebren und die Vorlesung zu Kurven und Flächen an.

Verwendbar in folgenden Modulen:

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

Mathematische Logik

Markus Junker, Assistenz: Stefan Ludwig auf Deutsch
Vorlesung: Mo, Mi, 14–16 Uhr, HS II, Albertstr. 23b
Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt und in der Vorlesung bekanntgegeben
Klausur: Datum wird noch bekanntgegeben

Inhalt:

Ziel der Mathematischen Logik ist es zunächst, die Grundlagen der Mathematik zu präzisieren: Was ist ein Beweis? Welche Beweismethoden sind zulässig? Welche Axiome braucht man? Um sinnvolle Antworten auf diese Fragen geben zu können, muss man zunächst in der sogenannten Prädikatenlogik formalisieren, was mathematische Aussagen und was Beweise sind. Wenn das erreicht ist, können Aussagen und Beweise selbst zum Objekt mathematischer Untersuchung werden, und man kann Sätze über die Möglichkeiten und Grenzen der Beweisbarkeit beweisen: Die wichtigsten sind der Vollständigkeitssatz und die Unvollständigkeitssätze von Kurt Gödel. Auf dem Weg dorthin führt die Vorlesung die Grundbegriffe wichtiger Teilgebiete der Mathematischen Logik ein: Mengenlehre, Modelltheorie und Berechenbarkeitstheorie (Rekursionstheorie).

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)
Elective (MScData24)

Model Theory II

Amador Martín Pizarro, Assistenz: Charlotte Bartnick auf Englisch
Vorlesung: Mo, Mi, 14–16 Uhr, SR 127, Ernst-Zermelo-Str. 1
Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt und in der Vorlesung bekanntgegeben

Inhalt:

The proof of Baldwin and Lachlan of Morley's theorem introduces the notion of ω-stability, which lies in the core of many applications of model theory to algebraic geometry and number theory. In this lecture we will introduce Morley rank, a meaningful dimension in ω-stable theories, and prove, among others, Macintyre's theorem, which states that an infinite ω-stable field must be algebraically closed. Similarly, we will prove Reineke's theorem, which states that a connected ω-stable group of rank 1 is abelian. In order to give a full proof of these two theorems, we need to introduce the notions of generic types in ω-stable groups as well as imaginaries.

Literatur:

- A. Martin-Pizarro: Groupes et Corps Stables, Cours M2, Paris LMFI, verfügbar unter https://home.mathematik.uni-freiburg.de/pizarro/MTP7.pdf
- B. Poizat: Groupes Stables, Nur Al-Mantiq Wal-Mari'fah, Villeurbanne, 1987. Englische Übersetzung: Stable Groups, AMS, 2001.
- M. Ziegler: Modelltheorie II, Vorlesungsskript, verfügbar unter https://home.mathematik.uni-freiburg.de/ziegler/skripte/modell2.pdf

Vorkenntnisse:

notwendig: Modelltheorie

nützlich: Algebra und Zahlentheorie

Für die algebraischen Aspekte dieser Vorlesung werden lediglich einige Begriffe aus dem Kurs „Algebra und Zahlentheorie“ benötigt (insbesondere Galois-Theorie). Es sind keine fortgeschrittenen Kenntnisse der kommutativen Algebra erforderlich.

Verwendbar in folgenden Modulen:

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

Probability Theory

Thorsten Schmidt auf Englisch
Vorlesung: Fr, 8–10 Uhr, HS II, Albertstr. 23b, Do, 12–14 Uhr, HS Weismann-Haus, Albertstr. 21a
Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt und in der Vorlesung bekanntgegeben
Klausur: Datum wird noch bekanntgegeben

Inhalt:

In dieser Vorlesung wird der erste Grundstein für eine systematische Behandlung zufälliger Phänomene gelegt. Ziel ist es, Methoden der stochastischen Modellbildung und Analyse zu entwickeln sowie die klassischen Grenzwertsätze herzuleiten. Darüber hinaus wird der überaus wichtige Begriff von Martingalen allgemein studiert und ein erster Blick auf stochastische Prozesse geworfen.

Die Kenntnisse aus dieser Vorlesung sind die Grundlage für spätere Spezialvorlesungen bzw. Seminare aus dem Bereich der Stochastik und Finanzmathematik.

Literatur:

- O. Kallenberg: *Foundations of Modern Probabilty* (Third Edition), Springer, 2021.
- A. Klenke: *Wahrscheinlichkeitstheorie* (4. Auflage), Springer, 2020.
- L. Rüschendorf: *Wahrscheinlichkeitstheorie*, Springer Spektrum, 2016.
- D. Williams: *Probability with Martingales*, Cambridge University Press, 1991.

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)

Probability Theory III: Stochastic Analysis

Angelika Rohde auf Englisch
Vorlesung: Di, Do, 12–14 Uhr, HS II, Albertstr. 23b
Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt und in der Vorlesung bekanntgegeben

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)

Riemann'sche Flächen

Stefan Kebekus bei Bedarf auf Englisch, sonst auf Deutsch
Vorlesung: Di, Do, 8–10 Uhr, HS II, Albertstr. 23b
Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt und in der Vorlesung bekanntgegeben

Inhalt:

Für komplexe Zahlen lässt sich der Logarithmus nicht mehr mit allen von den reellen Zahlen bekannten Eigenschaften definieren, weil die Exponentialfunktion nicht injektiv ist: $\exp(\bullet) = \exp(\bullet + 2\pi i)$. Man sagt „der Logarithmus ist mehrwertig". Dieses Problem brachte Bernhard Riemann auf die Idee, holomorphe Funktionen nicht nur auf der komplexen Zahlenebene, sondern auf allgemeineren Mannigfaltigkeiten zu studieren, den „Riemannschen Flächen". Das Ziel der Vorlesung ist, diese Flächen mithilfe von Methoden der Funktionentheorie und der algebraischen Topologie geometrisch zu verstehen.

Literatur:

- H. Farkas, I. Kra: *Riemann Surfaces* (Second Edition), Springer, 1992. Aus dem Uni-Netz verfügbar unter https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4612-2034-3
- O. Forster: *Riemannsche Flächen*, Springer, 1977.
- R. Gunning: *Lectures on Riemann Surfaces*, Princeton University Press, 1973.

Vorkenntnisse:

Funktionentheorie

Verwendbar in folgenden Modulen:

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

Topologie

Heike Mildenberger, Assistenz: Simon Klemm auf Deutsch
Vorlesung: Di, Do, 10–12 Uhr, HS II, Albertstr. 23b
Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt und in der Vorlesung bekanntgegeben
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)
Elective (MScData24)

Lesekurse „Wissenschaftliches Arbeiten“

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

Inhalt:

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

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

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: Mo, 12–14 Uhr, SR 226, Hermann-Herder-Str. 10
Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt und in der Vorlesung bekanntgegeben

Inhalt:

The lecture addresses 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)

Bayesian Statistics

Wilfried Kuissi Kamdem, Thorsten Schmidt auf Englisch
Vorlesung: Do, 14–16 Uhr, SR 404, Ernst-Zermelo-Str. 1

Inhalt:

Bayesian statistics is an important framework for statistical inference in which probability is used to model uncertainty about unknown quantities and to update this uncertainty using observed data. Bayesian methods are widely used and well suited for problems where the object of interest is complex or infinite-dimensional, such as unknown functions, densities, or stochastic processes. Its main feature is the use of prior and posterior distributions, linked through Bayes' theorem, which formalises how information from data update prior beliefs.

This lecture introduces the mathematical foundations of Bayesian statistics with an emphasis on non-parametric models. After a brief recall of Bayesian inference parametric settings, we study Bayesian methods for infinite-dimensional parameters, including prior on function spaces and stochastic processes. We discuss prior on function spaces, posterior consistency, contraction rates, and uncertainty quantification in non-parametric models, as well as the role of regularisation and adaptivity. Classical examples such as density estimation, regression, and Gaussian process priors are discussed throughout.

Literatur:

- Subhashis Ghosal, Aad van der Vaart: *Fundamentals of Nonparametric Bayesian Inference*, Cambridge University Press, 2017
- Botond Szabo, Aad van der Vaart: *Bayesian Statistics*, Lecture notes

Vorkenntnisse:

Stochastik I und Maßtheorie

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)

Introduction to Theory and Numerics of Stochastic Differential Equations

Diyora Salimova auf Englisch
Vorlesung: Mi, 12–14 Uhr, SR 226, Hermann-Herder-Str. 10
Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt und in der Vorlesung bekanntgegeben

Inhalt:

The aim of this course is to enable the students to carry out simulations and their mathematical analysis for stochastic models originating from applications such as mathematical finance and physics. For this, the course teaches a decent knowledge on stochastic differential equations (SDEs) and their solutions. Furthermore, different numerical methods for SDEs, their underlying ideas, convergence properties, and implementation issues are studied. The topics we will cover
- Preliminaries from measure and probability theory
- Generation of random numbers
- Monte Carlo integration methods
- Stochastic processes and Ito calculus
- SDEs
- Numerical approximations for SDEs
- Applications to computational finance: Option valuation

Literatur:

- P. E. Kloeden and E. Platen: *Numerical Solution of Stochastic Differential Equations*. Springer-Verlag, Berlin, 1992.
- Bernt Oksendal: *Stochastic Differential Equations*, Springer, 2010.

Vorkenntnisse:

Probability and measure theory, basic numerical analysis and basics of MATLAB programming.

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)

Mathematical Physics II

Chiara Saffirio auf Englisch
Vorlesung: Mo, 14–16 Uhr, SR 404, Ernst-Zermelo-Str. 1
Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt und in der Vorlesung bekanntgegeben

Inhalt:

Informationen liegen noch nicht vor und werden so bald wie möglich nachgereicht.

Verwendbar in folgenden Modulen:

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

Mathematical Time Series Analysis II

Rainer Dahlhaus auf Englisch
Vorlesung: Do, 10–12 Uhr, SR 127, Ernst-Zermelo-Str. 1
Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt und in der Vorlesung bekanntgegeben

Inhalt:

In the second part, we cover various topics, including Toeplitz theory for quadratic forms of stationary processes, the cumulant method for proving central limit theorems in complex situations, likelihood theory for stationary processes including maximum likelihood and quasi-maximum likelihood methods (using Toeplitz theory and cumulants to prove asymptotic results), and various aspects of locally stationary processes where the process can be locally approximated by stationary processes. Furthermore, we discuss model misspecification and model selection.

Literatur:

- Brockwell, P. J., Davis, R. A.: *Time series: theory and methods*. Springer-Verlag 1991.
- Dahlhaus, R.: emph Locally stationary processes. In: Handbook of statistics (Vol. 30, pp. 351-413). Elsevier 2012.
- Giraitis,L., Koul, H.L. Surgailis, D.: *Large Sample Inference for Long Memory Processes*. Imperial College Press 2012.

Vorkenntnisse:

Stochastik I und Wahrscheinlichkeitstheorie, sowie Mathematical Time Series Analysis 1 (at least knowledge of ergodic theory, linear models, spectral representation and spectral estimation, central limit theorems)

Bemerkungen:

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 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 nonconvex problems. The course divided into four major parts:

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

The course is organized as inverted classroom based on lecture recordings and a lecture manuscript, with weekly alternating Q&A sessions and exercise sessions. The lecture is accompanied by intensive computer exercises offered 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)

Stochastische Algorithmen

Giuseppe Genovese auf Englisch
Vorlesung: Mi, 10–12 Uhr, SR 125, Ernst-Zermelo-Str. 1
Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt und in der Vorlesung bekanntgegeben

Inhalt:

Informationen liegen noch nicht vor und werden so bald wie möglich nachgereicht.

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)

”Short course” des IGRK

Sören Bartels auf Englisch

Inhalt:

The course will be devoted to topics in analysis and numerics such as theory and approximation of harmonic maps, convex duality methods, nonlinear bending models or nonsmooth minimization problems. It will consist of eight lectures and four tutorial sessions of 90 minutes and will be taught by two scientists from Pisa and Freiburg. The course will take place during two weeks in June, details will be determined in early April. Interested students should register for the course via e-mail to: irtg3132@math.uni-freiburg.de

Bemerkungen:

Die Verwendbarkeit sowie die Anzahl der vergebenen ECTS-Punkte wird noch geklärt!

Verwendbar in folgenden Modulen:

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, Termin wird noch festgelegt und in der Vorlesung bekanntgegeben
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 die) Fachdidaktik Mathematik (2HfB21, MEH21, MEB21)
Einführung in die Fachdidaktik Mathematik (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

Katharina Böcherer-Linder auf Deutsch
Seminar: Di, 9–12 Uhr, SR 226, Hermann-Herder-Str. 10

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: Do, 14–17 Uhr, genauer Raum wird später bekanntgegeben, Goethe-Gymnasium Freiburg

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, Anselm Strohmaier auf Deutsch
Teil 1: Seminar 'Fachdidaktische Entwicklungsforschung zu ausgewählten Schwerpunkten': Mo, 14–16 Uhr, Mensa 3 / Zwischendeck SR 032, PH Freiburg,
Eventuelle kurzfristige Zeit- oder Raumänderungen entnehmen Sie bitte dem Vorlesungsverzeichns der PH Freiburg.
Teil 2: Seminar 'Methoden der mathematikdidaktischen Forschung': Mo, 10–13 Uhr, Mensa 3 / Zwischendeck SR 032, PH Freiburg,
Eventuelle kurzfristige Zeit- oder Raumänderungen entnehmen Sie bitte dem Vorlesungsverzeichns der PH Freiburg.
Teil 3: Begleitseminar zur Masterarbeit 'Entwicklung und Optimierung eines fachdidaktischen Forschungsprojekts' , Termine nach Vereinbarung

Inhalt:

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

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

Die 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.

Voranmeldung: Wer neu an diesem Modul teilnehmen möchte, meldet sich bitte bis zum 28.02.2026 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? In einem 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)
Mathematische Ergänzung (MEd18)
Wahlmodul (MSc14)
Elective (MScData24)

2c. Praktische Übungen

Einführung in die Programmierung für Studierende der Naturwissenschaften

Stefan Kater — 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

Patrick Dondl auf Deutsch
Praktische 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)

Python for Data Analysis

Peter Pfaffelhuber Di, 12–14 Uhr, SR 127, Ernst-Zermelo-Str. 1

Inhalt:

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

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

Vorkenntnisse:

keine

Bemerkungen:

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

Verwendbar in folgenden Modulen:

Elective (MScData24)
Praktische Übung (2HfB21, MEH21, MEB21)

3a. Proseminare

Proseminar: Numerik

Sören Bartels, Assistenz: Dominik Schneider auf Deutsch
Seminar: Mo, 14–16 Uhr, SR 226, Hermann-Herder-Str. 10
Voranmeldung: , per E-Mail an Sören Bartels, Sie können aber auch einfach zur Vorbesprechung kommen
Vorbesprechung 29.01., 12:45, Raum 209, Hermann-Herder-Str. 10

Inhalt:

Im Proseminar sollen weiterführende Fragestellungen der numerischen Mathematik diskutiert werden. Dazu gehören die Themen:
(1) Vorkonditionierung linearer Gleichungssysteme [1,6]
(2) Dünnbesetzte Gleichungssysteme [1,6]
(3) Konvergenz des QR-Verfahrens [2]
(4) Finite-Differenzen-Methode [2]
(5) Inexakte Newton-Verfahren [5]
(6) Schnelle Matrizenmultiplikation und zirkulante Matrizen [1,3]
(7) Fehlerabschätzungen für Spline-Interpolation [3]
(8) Triangulierungen und Splines in 2D [1]
(9) Quasi-Newton-Verfahren [5]
(10) Nullstellenberechnung für Polynome [2]
(11) Trust-Region-Verfahren [5]
(12) Lanczos-Verfahren für Eigenwerte [4]

Die Themen sind voneinander unabhängig. Bei Anmeldung zum Proseminar können zwei Wunschthemen angegeben werden, darüberhinaus erfolgt die Vergabe zufällig.

Literatur:

- [1] S. Bartels: Numerik 3x9. Springer, 2016.
- [2] R. Plato: Numerische Mathematik kompakt, Springer-Vieweg, 2010.
- [3] H. Harbrecht: Numerische Mathematik, Vorlesungsskript, Univ. Basel, 2022.
- [4] M. Hanke-Bourgeois: Grundlagen der Numerischen Mathematik ..., Vieweg-Teubner, 2002.
- [5] C. Geiger, C. Kanzow: Numer. Verfahren zur Lösung unrestr. Opt.-aufgaben, Springer, 1999.
- [6] W. Dahmen, A. Reusken: Numerik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Springer, 2008.

Verwendbar in folgenden Modulen:

Proseminar (2HfB21, BSc21, MEH21, MEB21)

Proseminar: Das Buch der Beweise

Susanne Knies, Maxwell Levine auf Deutsch
Seminar: Di, 14–16 Uhr, SR 125, Ernst-Zermelo-Str. 1
Vorbesprechung 28.01., 12:15, Raum 232, Ernst-Zermelo-Str. 1

Inhalt:

Wie viele Wächter braucht ein Musuem? Wie kann ich π durch das werfen einer Nadel abschätzen? Wie viele Beweise für die Unendlichkeit der Menge der Primzahlen gibt es? Diese und andere Fragen werden durch klassische mathematische Resultate mit besonders eleganten Beweisen beantwortet. Diese (und weitere) wurden von Aigner und Ziegler im BUCH der Beweise zusammengestellt, aus welchem ausgewählte Kapitel in diesem Proseminar vorgestellt werden. Eine Liste möglicher Vortragsthemen finden Sie [hier](https://home.mathematik.uni-freiburg.de/knies/lehre/ss26/?l=de)

Literatur:

- M. Aigner, G. Ziegler: *Das Buch der Beweise*, 5. Auflage, Springer 2018.
  Das Buch ist als elektronischer Volltext in der UB erhältlich.

Vorkenntnisse:

Analysis I und II, Lineare Algebra I und II

Verwendbar in folgenden Modulen:

Proseminar (2HfB21, BSc21, MEH21, MEB21)

Proseminar: Codierungstheorie

Ernst August v. Hammerstein auf Deutsch
Di, 10–12 Uhr, SR 127, Ernst-Zermelo-Str. 1
Voranmeldung: , bis zum 02.02.2026 per E-Mail an Ernst August v. Hammerstein
Vorbesprechung 04.02., 16:00, SR 127, Ernst-Zermelo-Str. 1

Inhalt:

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

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

Literatur:

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

Als ergänzende Lektüre eignet sich das recht ausführliche Buch von

- D.W. Hoffmann: *Einführung in die Informations- und Codierungstheorie* (2. Auflage), Springer Vieweg, 2023. Aus dem Uni-Netz verfügbar unter `www.redi-bw.de/start/unifr/EBooks-springer/10.1007/978-3-662-68524-2`.

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

- S. Bosch: *Algebra* (10. Auflage), Springer Spektrum, 2023. Aus dem Uni-Netz verfügbar unter `www.redi-bw.de/start/unifr/EBooks-springer/10.1007/978-3-662-67464-2`.

Vorkenntnisse:

Analysis I,II, Lineare Algebra I,II

Verwendbar in folgenden Modulen:

Proseminar (2HfB21, BSc21, MEH21, MEB21)

3b. Seminare

Seminar: Algebraic D-Modules

Annette Huber-Klawitter, Assistenz: Ben Snodgrass Vortrag/Teilnahme auf Deutsch oder Englisch möglich
Seminar: Mo, 10–12 Uhr, SR 404, Ernst-Zermelo-Str. 1
Voranmeldung: , Please sign up in the list with Frau Frei, room 421
Vorbesprechung 04.02., 12:15–14:00, SR 403, Ernst-Zermelo-Str. 1

Inhalt:

In this seminar, we shall learn about *algebraic D-modules*. These are modules over a certain class of non-commutative rings, consisting of polynomials and differential operators. The simplest example is $\mathbb{C}[z, \partial]$, where $\partial \cdot z = z \cdot \partial + 1$. These modules can be seen as a generalisation of systems of linear partial differential equations with polynomial coefficients, in the sense that each such system defines a D-module from which the system can be recovered.

In D-module theory, one is typically less interested in finding explicit solutions of systems of differential equations and more interested in applying techniques from commutative algebra and algebraic geometry to understand the systems themselves. We shall learn about certain invariants associated to a given D-module and their geometric interpretations, including holonomicity. Time-allowing, we will also look at solution spaces of D-modules and the statement of the Riemann-Hilbert correspondence, with some instructive examples.

Literatur:

- Christian Schnell: *Lecture notes on D-modules*
  https://www.math.stonybrook.edu/ cschnell/
- Dragan Miličić: *Lectures on Algebraic Theory of D-Modules*
  https://www.math.utah.edu/ milicic/
- A. Borel et al: *Algebraic D-modules.* Perspect. Math. 2, Academic Press, Inc., Boston, MA, 1987.

Vorkenntnisse:

Kommutative Algebra

Bemerkungen:

Depending on the participants, the seminar will be held in German or English.

Verwendbar in folgenden Modulen:

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

Seminar: Approximation Properties of Deep Learning

Diyora Salimova Vortrag/Teilnahme auf Deutsch oder Englisch möglich
Seminar: Mi, 14–16 Uhr, SR 226, Hermann-Herder-Str. 10
Voranmeldung: , per E-Mail an Diyora Salimova
Vorbesprechung 04.02.–02.02., 13:15, SR 226, Hermann-Herder-Str. 10

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.

Vorkenntnisse:

notwendig: Analysis I/II, Lineare Algebra I/II
nützlich: Funktionalanalysis, Numerik, Grundlagen des Deep Learning.

Verwendbar in folgenden Modulen:

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

Seminar: Lie-Algebren

Wolfgang Soergel, Assistenz: Xier Ren

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 04.02., 12:15, SR 218, Ernst-Zermelo-Str. 1

Inhalt:

In diesem Seminar wollen wir die Theorie der Lie-Algebren besprechen. Eine Lie-Algebra ist ein Vektorraum L mit einer bilinearen Verknüpfung $L \times L \to L$ notiert $(x, y) \mapsto [x, y]$ mit $[x, x] = 0$ und $[x, [y, z]] + [y, [z, x]] + [z, [x, y]] = 0$ für alle $x, y, z \in L$. Diese algebraische Struktur ist von grundlegender Bedeutung für das Studium der kontinuierlichen Symmetrien alias Liegruppen, hat aber eine eigene Theorie, die keinerlei Differentialgeometrie benötigt und sich vollständig im Rahmen der Algebra entwickeln lässt. Zielpunkt ist die Klassifikation der einfachen komplexen Lie-Algebren nach Killing und Cartan. Teilnehmende mit den entsprechenden Voraussetzungen können auch sehr gerne Vortragsthemen bekommen, in denen über die Beziehungen zu Lie-Gruppen berichtet wird.

Literatur:

1. J. E. Humphreys: Introduction to Lie Algebras and Representation Theory, Springer, 1972.
2. W. Soergel: Halbeinfache Lie-Algebren, Vorlesungsskript, verfügbar unter
`https://home.mathematik.uni-freiburg.de/soergel/Skripten/XXHL.pdf`

Vorkenntnisse:

notwendig: Lineare Algebra I–II
nützlich: Algebra und Zahlentheorie

Verwendbar in folgenden Modulen:

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

Seminar: Starke Homologien, abgeleitete Limiten und Mengenlehre

Heike Mildenberger, Assistenz: Maxwell Levine Vortrag/Teilnahme auf Deutsch oder Englisch möglich
Seminar: Di, 16–18 Uhr, SR 125, Ernst-Zermelo-Str. 1
Vorbesprechung 27.01., 13:30, Raum 313, Ernst-Zermelo-Str. 1, , Eine Voranmeldung ist nicht erforderlich!

Inhalt:

Wir widmen uns in diesem Seminar kombinatorischen Fragen, die gleichzeitig zur Algebraischen Geometrie, zur Topologie und zur Mengenlehre gehören. Die Homologietheorie untersucht unter anderem Strukturmerkmale mithilfe von Limeskonstruktionen aus Abbildungen in abelsche Gruppen, Moduln oder andere Referenzstrukturen. Oft gibt es $\mathbb{N}$-viele verschiedene Limiten (die als Dimensionen gesehen werden können) und Verwandte von Projektionen (derivatives) zwischen diesen. Bestimmte Quotientengruppen und Limiten sollen ausgerechnet werden oder es soll zumindest bestimmt werden, ob diese isomorph zur einelementigen Gruppe sind. Kompaktheitseigenschaften gerichteter Systeme von Strukturen können die Einelementigkeit eines solchen Quotienten nach sich ziehen. In diesem Seminar interessieren wir uns für Strukturmerkmale von Familien zweistelliger Funktionen, wie sie zum Beispiel bei auf Hawaiischen Ohrringen basierenden Kettenkomplexen vorkommen. überraschenderweise ist schon die Frage nach dem Verschwinden von $\lim^1$ unabhängig von ZFC.

Vorkenntnisse:

Als Grundkenntnisse sind die einführende Topologievorlesung und die Definition von Ordinalzahl und Kardinalzahl nützlich. Manche Vorträge brauchen nur eines von beiden. Wir werden die benötigten Grundlagen aus der Algebraischen Geometrie und der Homologietheorie in den Vorträgen vorstellen.

Verwendbar in folgenden Modulen:

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

Seminar zur Stochastik

Angelika Rohde
Blockseminar
Voranmeldung:
Vorbesprechung

Vortrag/Teilnahme auf Deutsch oder Englisch möglich

Inhalt:

Informationen liegen noch nicht vor und werden so bald wie möglich nachgereicht.

Verwendbar in folgenden Modulen:

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

Seminar: String-Topologie

Nadine Große, Assistenz: Maximilian Stegemeyer Vortrag/Teilnahme auf Deutsch oder Englisch möglich
Seminar: Di, 12–14 Uhr, SR 125, Ernst-Zermelo-Str. 1
Vorbesprechung 03.02., 12:00, SR 318, Ernst-Zermelo-Str. 1

Inhalt:

In der algebraischen Topologie wird studiert, wie man topologischen Räumen algebraische Objekte zuordnen kann, wie z.B. die Homologie- und Kohomologie-Gruppen. Die Homologie, bzw. Koho- mologie einer kompakten Mannigfaltigkeit hat eine besondere Eigenschaft, die andere Räume im Allgemeinen nicht erfüllen. Homologie und Kohomologie einer kompakten Mannigfaltigkeit erfül- len zusammen die sogenannten Poincaré-Dualität. Diese besondere Struktur hat viele interessante Konsequenzen, z.B. gibt es nun ein Produkt auf den Homologie-Gruppen, das Schnitt-Produkt. In diesem Seminar wollen wir zunächst die algebraische Topologie von Mannigfaltigkeiten kennenlernen und Poincaré-Dualität und das Schnitt-Produkt studieren. Die Ideen hinter dem Schnitt-Produkt lassen sich dann auf den freien Schleifenraum einer Mannigfaltigkeit übertragen. Die Homologie des freien Schleifenraums erhält damit auch ein Produkt, sowie weitere algebraische Strukturen. Die Untersuchung dieser zusätzlichen algebraischen Strukturen auf dem Schleifenraum nennt man String-Topologie. Wir werden in diesem Seminar einige Aspekte und Anwendungen der String-Topologie kennen lernen und zuletzt noch sehen, was die String-Topologie über die Geometrie und Topologie der zugrunde liegenden Mannigfaltigkeit aussagen kann.

Vorkenntnisse:

Algebraische Topologie, insbesondere Grundkenntnisse in singulärer Homologie und Kohomologie. Andere Veranstaltungen, wie z.B. Differentialgeometrie I sind hilfreich, aber keine Voraussetzung für die Teilnahme am Seminar.

Verwendbar in folgenden Modulen:

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

Seminar: Topics in the Calculus of Variations

Patrick Dondl, Guofang Wang Vortrag/Teilnahme auf Deutsch oder Englisch möglich
Seminar: Mi, 16–18 Uhr, SR 125, Ernst-Zermelo-Str. 1
Vorbesprechung SR 125, Ernst-Zermelo-Str. 1

Inhalt:

Informationen liegen noch nicht vor und werden so bald wie möglich nachgereicht.

Verwendbar in folgenden Modulen:

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

Seminar: Medical Data Science

Harald Binder Vortrag/Teilnahme auf Deutsch oder Englisch möglich
Seminar: Mi, 10: 15–11: 45 Uhr, HS Medizinische Biometrie, 1. OG, Stefan-Meier-Str. 26
Voranmeldung: , per E-Mail an bemb.imbi.sek@list.uniklinik-freiburg.de
Vorbesprechung 04.02., 10:15–11:15, 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)
Mathematical Seminar (MScData24)
Elective in Data (MScData24)

Seminar: Data-Driven Medicine from Routine Data

Nadine Binder Vortrag/Teilnahme auf Deutsch oder Englisch möglich
Seminar: Do, 16: 30–18 Uhr, HS Medizinische Biometrie, 1. OG, Stefan-Meier-Str. 26
Voranmeldung: , per E-Mail an Nadine Binder
Vorbesprechung 01.04., 16:30–17:15, HS Medizinische Biometrie, 1. OG, Stefan-Meier-Str. 26

Inhalt:

The seminar is a journal-club style meeting where we critically read and discuss recent papers that use routine health-care data. You'll dissect the statistical or computational models, incl. survival analysis, causal-effects methods, or machine learning, that turn raw diagnoses, labs, or medication records into clinical insights. You'll work individually or potentially in pairs with medical students to prepare a presentation that summarizes the study, evaluates its methodology, and reflects on how the mathematics could be refined or applied elsewhere. The seminar format will allow you to sharpen your ability for interpreting quantitative research, bridge theory with practice, and experience the interdisciplinary dialogue that drives modern evidence-based medicine.

Literatur:

References will be provided during the course.

Vorkenntnisse:

None that go beyond admission to the degree program.

Verwendbar in folgenden Modulen:

Mathematical Seminar (MScData24)
Elective in Data (MScData24)

Graduate Student Speaker Series

auf Englisch

Mi, 14–16 Uhr, SR 125, Ernst-Zermelo-Str. 1

Inhalt:

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

Verwendbar in folgenden Modulen:

Graduate Student Speaker Series (MScData24)