Universität Freiburg – Mathematisches Institut

Wintersemester 2024/25

Kommentiertes Vorlesungsverzeichnis

Version 19. Juli 2024

Inhaltsverzeichnis

Studienplanung

Liebe Studierende der Mathematik,

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

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

Bitte beachten Sie:

- Es gibt im Grunde **keine Vorschriften an die Gestaltung des individuellen Studienverlaufs** und **keine Zugangsvoraussetzungen an Veranstaltungen** (abgesehen von der begrenzten Anzahl an Plätzen in jedem Seminar bzw. Proseminar). Sie müssen aber selbstständig darauf achten, über die inhaltlich erforderlichen Vorkenntnisse zu verfügen.
- Die beiden **Bachelor-Studiengänge** sowie die Studiengänge **Master of Education als Erweiterungsfach** beginnen mit den Grundvorlesungen Analysis I und II und Lineare Algebra I und II, auf denen die meisten weiteren Mathematikveranstaltungen inhaltlich aufbauen. Varianten für den Studienverlauf, falls man im Zwei-Hauptfächer-Bachelor-Studiengang aufgrund der Fächerkombination nur mit einer der beiden Grundvorlesungen anfangen kann, finden sich auf der Informationsseite des Studiengangs.
- Als sogenannte Orientierungsleistung müssen bis zum Ende des 3. Fachsemesters im **B.Sc.-Studiengang** die beiden Klausuren zu Analysis I und zu Lineare Algebra I bestanden sein, im **Zwei-Hauptfächer-Bachelor-Studiengang** mindestens eine der beiden.
- Im **M.Sc.-Studiengang** müssen Sie bei der Auswahl der Veranstaltungen beachten, dass Sie maximal zwei der vier mündlichen Prüfungen bei derselben Prüferin/demselben Prüfer ablegen dürfen.
- Inwieweit der Stoff weiterführender Vorlesungen als **Vorbereitung für Abschlussarbeiten und -prüfungen** ausreicht oder ergänzt werden sollte, muss rechtzeitig mit der Betreuerin/dem Betreuer der Arbeit bzw. den Prüferinnen und Prüfern abgesprochen werden. Dies gilt insbesondere für die mündliche Prüfung im Vertiefungsmodul des M.Sc.-Studiengangs.

Verwendbarkeit von Veranstaltungen

Die Verwendbarkeitstabelle auf Seite **??** (kommt noch!) gibt in komprimierter Form an, in welchen Modulen aus welchen Studiengängen die im aktuellen Semester angebotenen Veranstaltungen verwendet werden können. Ausführlich ist dies pro Veranstaltung in der Rubrik „Verwendbarkeit“ dargestellt.

Dabei 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	Masterstudienagng „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:

- Es ist erlaubt, höhere, typischerweise für den M.Sc.-Studiengang angebotene Vorlesungen in anderen Studiengängen zu verwenden; aufgrund der geforderten Vorkenntnisse werden sie aber nur in Ausnahmefällen in Frage kommen. In der Tabelle ist zwischen „typisch“ (d. h. besonders geeignet und regelmäßig angeboten) und „möglich“ (setzt Vorkenntnisse voraus oder wird selten angeboten) unterschieden. Diese Trennung ist allerdings etwas künstlich und nicht klar definiert.

- Im B.Sc. Mathematik müssen über den Pflichtbereich hinaus nach PO 2021 mindestens drei, nach PO 2012 mindestens vier 4-stündige Vorlesungen mit 2-stündigen Übungen (à 9 ECTS-Punkte) absolviert werden. Mindestens eine davon muss aus dem Bereich der Reinen Mathematik stammen. Welche Vorlesungen zur Reinen Mathematik zählen, finden Sie in den Kommentaren der einzelnen Vorlesungen in der Rubrik „Verwendbarkeit“ und in der Tabelle in der Spalte für das Modul „Reine Mathematik“ im M.Sc.-Studiengang.

Studien- und Prüfungsleistungen

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

Bitte beachten Sie:

- Abweichungen von der angegeben Prüfungsart sind zulässig, sofern aufgrund von Umständen, die der/die Prüfer:in nicht zu vertreten hat, die 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/pruefungsamt/abschlussarbeiten.html

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

Prof. Dr. **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 2023/24 ist es: Algèbre et Topologie.

Allgemeine Vorlesungsverzeichnisse gibt es in Frankreich typischerweise nicht.

Termine: In Frankreich läuft das 1^er^ *semestre* von Anfang September bis Ende Dezember und das 2^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 annette.huber@math.uni-freiburg.de
in Straßburg:	Prof. Carlo Gasbarri, Koordinator des M2 gasbarri@math.unistra.fr oder die jeweiligen Kursverantwortlichen.

1a. Vorkurse und einführende Pflichtvorlesungen der verschiedenen Studiengänge

Analysis I

Michael Růžička, Assistenz: Alexei Gazca DE, 9 ECTS
Vorlesung: Di, Mi, 8-10 Uhr, HS Rundbau, Albertstr. 21
Übung: 2-stündig, verschiedene Termine

Inhalt:

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

Literatur:

Wird in der Vorlesung bekanntgegeben.

Vorkenntnisse:

Oberstufenmathematik.
Der Besuch des Vorkurses wird empfohlen.

Verwendbar in folgenden Modulen:

Analysis (2HfB21, BSc21, MEH21, MEB21)
Analysis I (BScPhys20)
Analysis I (als fachfremdes Wahlmodul) (BScInfo19)

Lineare Algebra I

Stefan Kebekus, Assistenz: Andreas Demleitner DE, 9 ECTS
Vorlesung: Mo, Do, 8-10 Uhr, HS Rundbau, Albertstr. 21
Übung: 2-stündig, verschiedene Termine

Inhalt:

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

Literatur:

Wird in der Vorlesung bekanntgegeben.

Vorkenntnisse:

Oberstufenmathematik.
Der Besuch des Vorkurses wird empfohlen.

Verwendbar in folgenden Modulen:

Lineare Algebra (2HfB21, BSc21, MEH21)
Lineare Algebra (MEB21)
Lineare Algebra I (BScPhys20)
Lineare Algebra I (als fachfremdes Wahlmodul) (BScInfo19)

Numerik I

Sören Bartels, Assistenz: Tatjana Stiefken DE, 5 ECTS
Vorlesung: Mi, 14-16 Uhr, HS Weismann-Haus, Albertstr. 21a
Übung: 2-stündig 14-täglich, verschiedene Termine

Inhalt:

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

Literatur:

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

Vorkenntnisse:

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

Bemerkungen:

Begleitend zur Vorlesung wird eine Praktische Übung angeboten.

Verwendbar in folgenden Modulen:

Numerik (BSc21)
Numerik (2HfB21, MEH21)
Numerik I (MEB21)

Stochastik I

Angelika Rohde, Assistenz: Johannes Brutsche DE, 5 ECTS
Vorlesung: Fr, 10-12 Uhr, HS Weismann-Haus, Albertstr. 21a
Übung: 2-stündig 14-täglich, verschiedene Termine

Inhalt:

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

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

Literatur:

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

Vorkenntnisse:

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

Verwendbar in folgenden Modulen:

Stochastik (2HfB21, MEH21)
Stochastik I (BSc21, MEB21, MEdual24)

Erweiterung der Analysis

Nadine Große, Assistenz: Jonah Reuß DE, 5 ECTS
Vorlesung: Mi, 8-10 Uhr, HS Weismann-Haus, Albertstr. 21a
Übung: 2-stündig, verschiedene Termine

Inhalt:

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

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

Literatur:

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

Vorkenntnisse:

Analysis I und II, Lineare Algebra I und II

Verwendbar in folgenden Modulen:

Erweiterung der Analysis (MEd18, MEH21, MEdual24)

Basics in Applied Mathematics

Moritz Diehl, Patrick Dondl, Angelika Rohde EN, 12 ECTS
Vorlesung: Di, Do, 8-10 Uhr, HS II, Albertstr. 23b
Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt
Praktische Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt

Inhalt:

Angaben folgen noch!

Verwendbar in folgenden Modulen:

Basics in Applied Mathematics (MScData24)

1b. Weiterführende vierstündige Vorlesungen

Algebra und Zahlentheorie

Wolfgang Soergel, Assistenz: Damian Sercombe DE, 9 ECTS
Vorlesung: Di, Do, 10-12 Uhr, HS Weismann-Haus, Albertstr. 21a
Übung: 2-stündig, verschiedene Termine

Inhalt:

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

Literatur:

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

Vorkenntnisse:

Lineare Algebra I und II

Verwendbar in folgenden Modulen:

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

Algebraic Number Theory

Abhishek Oswal EN, 9 ECTS
Vorlesung: Di, Do, 12-14 Uhr, HS II, Albertstr. 23b
Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt

Inhalt:

Short description of topics: Number fields, Prime decomposition in Dedekind domains, Ideal class groups, Unit groups, Dirichlet's unit theorem, local fields, valuations, decomposition and inertia groups, introduction to class field theory.

Literatur:

Jürgen Neukirch: *Algebraic Number Theory*

Vorkenntnisse:

Algebra und Zahlentheorie

Verwendbar in folgenden Modulen:

Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21)
Reine Mathematik, Mathematik oder (nach Absprache mit Prüfer:in) Vertiefungsmodul (MSc14)
Mathematische Vertiefung (MEd18, MEH21)
Wahlmodul (MSc14)
Wahlmodul (MScData24)
Wahlmodul im Optionsbereich Individuelle Studiengestaltung (2HfB21)

Analysis III

Patrick Dondl, Assistenz: Oliver Suchan DE, 9 ECTS
Vorlesung: Mo, 12-14 Uhr, HS Rundbau, Albertstr. 21, Mi, 10-12 Uhr, HS Weismann-Haus, Albertstr. 21a
Übung: 2-stündig, verschiedene Termine

Inhalt:

Lebesgue-Maß und Maßtheorie, Lebesgue-Integral auf Maßräumen und Satz von Fubini, Fourier-Reihen und Fourier-Transformation, Hilbert-Räume. Differentialformen, ihre Integration und äußere Ableitung. Satz von Stokes und Satz von Gauß.

Vorkenntnisse:

Analysis I und II, Lineare Algebra I

Verwendbar in folgenden Modulen:

Analysis III (BSc21)
Mathematische Vertiefung (MEd18, MEH21)
Wahlmodul im Optionsbereich Individuelle Studiengestaltung (2HfB21)

Differentialgeometrie

Sebastian Goette DE, 9 ECTS
Vorlesung: Mo, Mi, 14-16 Uhr, HS II, Albertstr. 23b
Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt

Inhalt:

Die Differentialgeometrie, speziell die Riemannsche Geometrie, beschäftigt sich mit den geometrischen Eigenschaften gekrümmter Räume. Solche Räume treten auch in anderen Bereichen der Mathematik und Physik auf, beispielsweise in der geometrischen Analysis, der theoretischen Mechanik und der allgemeinen Relativitätstheorie.

Im ersten Teil der Vorlesung lernen wir Grundbegriffe der Differentialgeometrie (z. B. differenzierbare Mannigfaltigkeiten, Vektorbündel, Zusammenhänge und ihre Krümmung) und der Riemannschen Geometrie (Riemannscher Krümmungstensor, Geodätische, Jacobi-Felder etc.) kennen.

Im zweiten Teil betrachten wir das Zusammenspiel zwischen lokalen Eigenschaften Riemannscher Mannigfaltigkeiten wie der Krümmung und globalen topologischen und geometrischen Eigenschaften wie Kompaktheit, Fundamentalgruppe, Durchmesser, Volumenwachstum und Gestalt geodätischer Dreiecke.

Literatur:

- J. Cheeger, D. G. Ebin, *Comparison Theorems in Riemannian Geometry,* North-Holland, Amsterdam 1975.
- S. Gallot, D. Hulin, J. Lafontaine, *Riemannian Geometry,* Springer, Berlin-Heidelberg-New York 1987.
- P. Petersen, *Riemannian Geometry,* Grad. Texts Math. 171, Springer, New York, 2006.

Vorkenntnisse:

notwendig: Analysis I–III, Lineare Algebra I und II
nützlich: Kurven und Flächen, Topologie

Bemerkungen:

Im Sommersemester 2025 wird voraussichtlich eine Vorlesung über Differentialgeometrie II angeboten.

Verwendbar in folgenden Modulen:

Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21)
Reine Mathematik, Mathematik oder (nach Absprache mit Prüfer:in) Vertiefungsmodul (MSc14)
Mathematische Vertiefung (MEd18, MEH21)
Wahlmodul (MSc14)
Wahlmodul (MScData24)
Wahlmodul im Optionsbereich Individuelle Studiengestaltung (2HfB21)

Einführung in partielle Differentialgleichungen

Guofang Wang, Assistenz: Christine Schmidt DE, 9 ECTS
Vorlesung: Mo, Mi, 12-14 Uhr, HS II, Albertstr. 23b
Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt

Inhalt:

Eine Vielzahl unterschiedlicher Probleme aus den Naturwissenschaften und der Geometrie führt auf partielle Differentialgleichungen. Mithin kann keine Rede von einer allumfassenden Theorie sein. Dennoch gibt es für lineare Gleichungen ein klares Bild, das sich an drei Prototypen orientiert: der Potentialgleichung $-\Delta u = f$, der Wärmeleitungsgleichung $u_t - \Delta u = f$ und der Wellengleichung $u_{tt} - \Delta u = f$, die wir in der Vorlesung untersuchen werden.

Literatur:

- E. DiBenedetto: *Partial differential equations*, Birkhäuser, 2010.
- L. C. Evans: *Partial Differential Equations* (Second Edition), Graduate Studies in Mathematics 19, AMS, 2010.
- Q. Han: *A Basic Course in Partial Differential Equations*, Graduate Studies in Mathematics 120, AMS, 2011.
- J. Jost: *Partial Differential Equations* (Third Edition), Springer, 2013.

Vorkenntnisse:

notwendig: Analysis III
nützlich: Funktionentheorie

Verwendbar in folgenden Modulen:

Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21)
Reine Mathematik, Mathematik oder (nach Absprache mit Prüfer:in) Vertiefungsmodul (MSc14)
Mathematische Vertiefung (MEd18, MEH21)
Wahlmodul (MSc14)
Wahlmodul (MScData24)
Wahlmodul im Optionsbereich Individuelle Studiengestaltung (2HfB21)

Introduction to Theory and Numerics of Partial Differential Equations

Sören Bartels, Assistenz: Vera Jackisch EN, 9 ECTS
Vorlesung: Di, Do, 10-12 Uhr, SR 226, Hermann-Herder-Str. 10
Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt

Inhalt:

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

Literatur:

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

Vorkenntnisse:

necessary: Analysis I and II, Linear Algebra I and II und knowledge about higher-dimensional integration (e.g. from Analysis III or "Erweiterung der Analysis")
useful: Numerics for differential equations, functional analysis

Verwendbar in folgenden Modulen:

Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21)
Angewandte Mathematik, Mathematik oder (nach Absprache mit Prüfer:in) Vertiefungsmodul (MSc14)
Advanced Lecture in Numerics (MScData24)
Elective in Data (MScData24)
Mathematische Vertiefung (MEd18, MEH21)
Wahlmodul (MSc14)
Wahlmodul im Optionsbereich Individuelle Studiengestaltung (2HfB21)

Mathematical Statistics

Ernst August v. Hammerstein EN, 9 ECTS
Vorlesung: Mo, Mi, 14-16 Uhr, SR 404, Ernst-Zermelo-Straße 1
Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt

Inhalt:

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

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

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

Literatur:

- C. Czado, T. Schmidt: *Mathematische Statistik*, Springer, 2011.
- L. Rüschendorf: *Mathematische Statistik*, Springer Spektrum, 2014.
- M. J. Schervish: *Theory of Statistics*, Springer, 1995.
- H. Witting: *Mathematische Statistik I*, Teubner, 1985.

Vorkenntnisse:

Wahrscheinlichkeitstheorie

Verwendbar in folgenden Modulen:

Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21)
Angewandte Mathematik, Mathematik oder (nach Absprache mit Prüfer:in) Vertiefungsmodul (MSc14)
Advanced Lecture in Stochastics (MScData24)
Elective in Data (MScData24)
Mathematische Vertiefung (MEd18, MEH21)
Wahlmodul (MSc14)
Wahlmodul im Optionsbereich Individuelle Studiengestaltung (2HfB21)

Probability Theory II – Stochastic Processes

Peter Pfaffelhuber, Assistenz: Samuel Adeosun EN, 9 ECTS
Vorlesung: Mo, Mi, 10-12 Uhr, HS II, Albertstr. 23b
Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt

Inhalt:

Ein stochastischer Prozess $(X_t)_{t \in I}$ ist nichts weiter als eine Familie von Zufallsvariablen, wobei etwa $I = [0, \infty)$ eine kontinuierliche Zeitmenge ist. Einfache Beispiele sind Irrfahrten, Markov-Ketten, die Brown'sche Bewegung oder davon abgeleitete Prozesse. Letztere spielen vor allem in der Modellierung von finanzmathematischen oder naturwissenschaftlichen Fragestellungen eine große Rolle. Wir werden zunächst Martingale behandeln, die in allgemeiner Form faire Spiele beschreiben. Nach der Konstruktion des Poisson-Prozesses und der Brown'sche Bewegung konstruieren, werden wir uns auf Eigenschaften der Brown'schen Bewegung konzentriieren. Infinitesimale Charakteristiken eines Markov-Prozesses werden durch Generatoren beschrieben, was eine Verbindung zur Theorie von partiellen Differentialgleichungen ermöglicht. Abschließend kommt mit dem Ergodensatz fur stationäre stochastische Prozesse eine Verallgemeinerung des Gesetzes der großen Zahlen zur Sprache. Weiter werden Einblicke in ein paar Anwendungsgebiete, etwa Biomathematik oder zufällige Graphen gegeben.

Literatur:

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

Vorkenntnisse:

Wahrscheinlichkeitstheorie I

Bemerkungen:

Die Vorlesung schließt direkt an die Vorlesung „Wahrscheinlichkeitstheorie“ aus dem Sommersemester 2024 an. Im Sommersemester 2025 wird diese Veranstaltung durch die Vorlesung „Wahrscheinlichkeitstheorie III (Stochastische Analysis)“ fortgeführt.

Verwendbar in folgenden Modulen:

Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21)
Angewandte Mathematik, Mathematik oder (nach Absprache mit Prüfer:in) Vertiefungsmodul (MSc14)
Advanced Lecture in Stochastics (MScData24)
Elective in Data (MScData24)
Mathematische Vertiefung (MEd18, MEH21)
Wahlmodul (MSc14)
Wahlmodul im Optionsbereich Individuelle Studiengestaltung (2HfB21)

Probability Theoriy III – Stochastic Integration and Financial Mathematics

Thorsten Schmidt EN, 9 ECTS
Vorlesung: Mo, Mi, 12-14 Uhr, SR 404, Ernst-Zermelo-Straße 1
Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt

Inhalt:

This lecture marks the culmination of our series on probability theory, achieving the ultimate goal of this series: the combination of stochastic analysis and financial mathematics — a field that has yielded an amazing wealth of fascinating results since the 1990s. The core is certainly the application of semimartingale theory to financial markets culminating in the fundamental theorem of asset pricing. This results is used everywhere in financial markets for arbitrage-free pricing.

After this we look into modern forms of stochastic analysis covering neural SDEs, signature methods, uncertainty and term structure models. The lecture will conclude with an examination of the latest applications of machine learning in financial markets and the reciprocal influence of stochastic analysis on machine learning.

Vorkenntnisse:

A solid understanding of stochastic processes, as covered in Probability Theory II, is a prerequisite for this lecture. Relevant literature will be announced during the course.

Verwendbar in folgenden Modulen:

Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21)
Angewandte Mathematik, Mathematik oder (nach Absprache mit Prüfer:in) Vertiefungsmodul (MSc14)
Advanced Lecture in Stochastics (MScData24)
Elective in Data (MScData24)
Mathematische Vertiefung (MEd18, MEH21)
Wahlmodul (MSc14)
Wahlmodul im Optionsbereich Individuelle Studiengestaltung (2HfB21)

Semi-algebraische Geometrie

Annette Huber-Klawitter, Amador Martín Pizarro, Assistenz: Christoph Brackenhofer DE, 9 ECTS
Vorlesung: Di, Do, 10-12 Uhr, HS II, Albertstr. 23b
Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt

Inhalt:

In der semi-algebraischen Geometrie geht es um Eigenschaften von Teilmengen von $\mathbf{R}^n$, die durch Ungleichungen der Form

$$f(x_1, \ldots, f(x_n) \geq 0$$

für Polynome $f \in \mathbf{R}[X_1, \ldots, X_n]$ definiert werden.

Die Theorie hat sehr unterschiedliche Gesichter. Einerseits kann sie als eine Version von algebraischer Geometrie über $\mathbf{R}$ (oder noch allgemeiner über sogenannten reell abgeschlossenen Körpern) gesehen werden. Andererseits sind die Eigenschaften dieser Körper ein zentrales Hilfsmittel für den modelltheoretischen Beweis des Satzes von Tarski-Seidenberg der Quantorenelimination in reell abgeschlossenen Körpern. Geometrisch wird dieser als Projektionssatz interpretiert

Aus diesem Satz folgt leicht ein Beweis des Hilbert'schen 17. Problems, welches 1926 von Artin bewiesen wurde.

Ist jedes reelle Polynom $P \in \mathbf{R}[x_1, \ldots, x_n]$, welches an jedem n-Tupel aus $\mathbf{R}^n$ einen nicht-negativen Wert annnimmt, eine Summe von Quadraten rationaler Funktionen (d.h. Quotienten von Polynomen)?

In der Vorlesung wollen wir beide Aspekte kennenlernen. Nötige Hilfsmittel aus der kommutativen Algebra oder Modelltheorie werden entsprechend den Vorkenntnissen der Hörer:innen besprochen.

Literatur:

- A. Prestel: Vorlesungsskript *Reelle Algebra*.
- L. van den Dries: *Tame topology and o-minimal structures*, London Mathematical Society Lecture Note Series, Cambridge University Press, 1998.
- Jacek Bochnak, Michel Coste & Marie-Françoise Roy: *Real Algebra*, Ergebnisse der Mathematik und ihrer Grenzgebiete 36, Springer Verlag, 1998.

Vorkenntnisse:

notwendig: Algebra und Zahlentheorie
nützlich: Kommutative Algebra und Einführung in die algebraische Geometrie, Modelltheorie

Verwendbar in folgenden Modulen:

Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21)
Reine Mathematik, Mathematik oder (nach Absprache mit Prüfer:in) Vertiefungsmodul (MSc14)
Mathematische Vertiefung (MEd18, MEH21)
Wahlmodul (MSc14)
Wahlmodul (MScData24)
Wahlmodul im Optionsbereich Individuelle Studiengestaltung (2HfB21)

Set Theory – Independence Proofs

Maxwell Levine, Assistenz: Hannes Jakob EN, 9 ECTS
Vorlesung: Di, Do, 12-14 Uhr, SR 404, Ernst-Zermelo-Straße 1
Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt

Inhalt:

How does one prove that something cannot be proved? More precisely, how does one prove that a particular statement does not follow from a particular collection of axioms?

These questions are often asked with respect to the axioms most commonly used by mathematicians: the axioms of Zermelo-Fraenkel set theory, or ZFC for short. In this course, we will develop the conceptual tools needed to understand independence proofs with respect to ZFC. On the way we will develop the theory of ordinal and cardinal numbers, the basics of inner model theory, and the method of forcing. In particular, we will show that Cantor's continuum hypothesis, the statement that $2^{\aleph_0} = \aleph_1$, is independent of ZFC.

Literatur:

- Thomas Jech: *Set Theory*. The Third Millenium Edition, Springer, 2001.
- Kenneth Kunen: *Set Theory: An Introduction to Independence Proofs*. North-Holland Pub. Co, 1980.

Vorkenntnisse:

Mathematische Logik

Verwendbar in folgenden Modulen:

Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21)
Reine Mathematik, Mathematik oder (nach Absprache mit Prüfer:in) Vertiefungsmodul (MSc14)
Mathematische Vertiefung (MEd18, MEH21)
Wahlmodul (MSc14)
Wahlmodul (MScData24)
Wahlmodul im Optionsbereich Individuelle Studiengestaltung (2HfB21)

Theory and Numerics for Partial Differential Equations – Nonlinear Problems

Sören Bartels, Patrick Dondl EN, 9 ECTS
Vorlesung: 4-stündig als Lesekurs, Termine nach Vereinbarung
Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt

Inhalt:

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

Literatur:

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

Vorkenntnisse:

Einführung in Theorie und Numerik partieller Differetialgleichungen oder Einführung in partiellerDifferetialgleichungen

Bemerkungen:

Die Vorlesung findet in Form eines Lesekurses statt.

Verwendbar in folgenden Modulen:

Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21)
Angewandte Mathematik, Mathematik oder (nach Absprache mit Prüfer:in) Vertiefungsmodul (MSc14)
Advanced Lecture in Numerics (MScData24)
Elective in Data (MScData24)
Mathematische Vertiefung (MEd18, MEH21)
Wahlmodul (MSc14)
Wahlmodul im Optionsbereich Individuelle Studiengestaltung (2HfB21)

1c. Weiterführende zweistündige Vorlesungen

Futures and Options

Eva Lütkebohmert-Holtz, Assistenz: Hongyi Shen EN, 6 ECTS
Vorlesung: Mo, 10-12 Uhr, HS 1098, KG I
Übung: Do, 10-12 Uhr, HS 1098, KG I

Inhalt:

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

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

Literatur:

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

Vorkenntnisse:

Stochastik I

Bemerkungen:

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

Verwendbar in folgenden Modulen:

Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21)
Angewandte Mathematik, Mathematik oder (nach Absprache mit Prüfer:in) Vertiefungsmodul (MSc14)
Elective in Data (MScData24)
Wahlmodul (MSc14)
Mathematische Ergänzung (MEd18)
Wahlmodul im Optionsbereich Individuelle Studiengestaltung (2HfB21)

Lie-Gruppen und symmetrische Räume

Maximilian Stegemeyer DE, 6 ECTS
Vorlesung: Do, 14-16 Uhr, SR 404, Ernst-Zermelo-Straße 1
Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt

Inhalt:

In der Geometrie und Topologie spielen Lie-Gruppen und Wirkungen von Lie-Gruppen eine zentrale Rolle. Mit ihnen lassen sich kontinuierliche Symmetrien beschreiben, eins der wichtigsten Konzepte der Mathematik und der Physik. Das Ausnutzen von Symmetrien, z.B. bei der Beschreibung homogener Räume erleichtert bei vielen konkreten Problemen die Lösung und gibt oft einen tieferen Einblick in die untersuchten Strukturen. Zudem ist die Geometrie und Topologie von Lie-Gruppen und homogenen Räumen selbst von großem Interesse.

In dieser Vorlesung werden wir zunächst die grundlegende Theorie von Lie-Gruppen und Lie-Algebren einführen, insbesondere mit Einblicken in die Strukturtheorie von Lie-Algebren. Im zweiten Teil werden wir dann homogene Räume betrachten mit einem besonderen Fokus auf Riemannsche symmetrische Räume. Letztere sind eine wichtige Beispielklasse Riemannscher Mannigfaltigkeiten. Ein besonderer Fokus wird neben den Lie-theoretischen Aspekten immer auch auf den homogenen Riemannschen Metriken der jeweiligen Räume liegen.

Literatur:

- S. Helgason. *Differential geometry and symmetric spaces.* American Mathematical Soc., 2001.
- J.M. Lee: *Smooth manifolds.* Springer New York, 2012.
- B. O'Neill: *Semi-Riemannian geometry with applications to relativity.* Academic press, 1983.
- W. Ziller: *Lie Groups. Representation Theory and Symmetric Spaces.* Lecture Notes, 2010.

Vorkenntnisse:

Differentialgeometrie I

Verwendbar in folgenden Modulen:

Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21)
Reine Mathematik, Mathematik oder (nach Absprache mit Prüfer:in) Vertiefungsmodul (MSc14)
Wahlmodul (MSc14)
Wahlmodul (MScData24)
Wahlmodul im Optionsbereich Individuelle Studiengestaltung (2HfB21)
Mathematische Ergänzung (MEd18)

Markov Chains

David Criens EN, 6 ECTS
Vorlesung: Do, 12-14 Uhr, SR 226, Hermann-Herder-Str. 10
Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt

Inhalt:

The class of Markov chains is an important class of (discrete-time) stochastic processes that are used frequently to model for example the spread of infections, queuing systems or switches of economic scenarios. Their main characteristic is the Markov property, which roughly means that the future depends on the past only through the current state. In this lecture we provide the mathematical foundation of the theory of Markov chains. In particular, we learn about path properties, such as recurrence and transience, state classifications and discuss convergence to the equilibrium. We also study extensions to continuous time. On the way we discuss applications to biology, queuing systems and resource management. If the time allows, we also take a look at Markov chains with random transition probabilities, so-called random walks in random environment, which is a prominent model in the field of random media.

Literatur:

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

Vorkenntnisse:

notwendig: Stochastik I
nützlich: Analysis III, Wahrscheinlichkeitstheorie I

Verwendbar in folgenden Modulen:

Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21)
Angewandte Mathematik, Mathematik oder (nach Absprache mit Prüfer:in) Vertiefungsmodul (MSc14)
Elective in Data (MScData24)
Wahlmodul (MSc14)
Mathematische Ergänzung (MEd18)
Wahlmodul im Optionsbereich Individuelle Studiengestaltung (2HfB21)

Measure Theory

Peter Pfaffelhuber, Assistenz: Samuel Adeosun EN, 6 ECTS
Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt

Inhalt:

Measure Theory is the foundation of advanced probability theory. In this course, we build on knowledge in analysis and provide all necessary results for later classes in statistics, probabilistic machine learning and stochastic processes. It contains set systems, constructions of measures using outer measures, the integral, and product measures.

Literatur:

- H. Bauer. *Measure and Integration Theory.* deGruyter, 2001.
- V. Bogatchev. *Measure Theory.* Springer, 2007.
- O. Kallenberg. *Foundations of Modern Probability Theory.* Springer, 2021.

Vorkenntnisse:

Basic courses in analysis, and an understanding of mathematical proofs.

Verwendbar in folgenden Modulen:

Elective in Data (MScData24)

Numerical Approximation of Stochastic Differential Equation

Diyora Salimova, Assistenz: Ilkhom Mukhammadiev EN, 6 ECTS
Vorlesung: Di, Fr, 12-14 Uhr, SR 226, Hermann-Herder-Str. 10,
Die Veranstaltung findet nur bis Ende November statt
Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt
Praktische Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt

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.

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:

Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21)
Angewandte Mathematik, Mathematik oder (nach Absprache mit Prüfer:in) Vertiefungsmodul (MSc14)
Elective in Data (MScData24)
Wahlmodul (MSc14)
Mathematische Ergänzung (MEd18)
Wahlmodul im Optionsbereich Individuelle Studiengestaltung (2HfB21)

Numerical Optimal Control

Moritz Diehl, Assistenz: Florian Messerer EN, 6/9 ECTS
Übung / flipped classroom: Di, 14-16 Uhr, HS II, Albertstr. 23b

Inhalt:

The aim of the course is to give an introduction to numerical methods for the solution of optimal control problems in science and engineering. The focus is on both discrete time and continuous time optimal control in continuous state spaces. It is intended for a mixed audience of students from mathematics, engineering and computer science.

The course covers the following topics:

- Introduction to Dynamic Systems and Optimization
- Rehearsal of Newton-type methods and Numerical Optimization
- Algorithmic Differentiation
- Discrete Time Optimal Control
- Dynamic Programming
- Continuous Time Optimal Control
- Numerical Simulation Methods
- Hamilton–Jacobi–Bellmann Equation
- Pontryagin and the Indirect Approach
- Direct Optimal Control
- Real-Time Optimization for Model Predictive Control

The lecture is accompanied by intensive weekly computer exercises offered both in MATLAB and Python (6 ECTS) and an optional project (3 ECTS). The project consists in the formulation and implementation of a self-chosen optimal control problem and numerical solution method, resulting in documented computer code, a project report, and a public presentation.

Literatur:

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

Vorkenntnisse:

necessary: Analysis I and II, Linear Algebra I and II
useful: Introduction to numerics, ODE, Numerical Optimization

Bemerkungen:

Together with the optional programming project, the 6 ECTS course counts as a 9 ECTS course.

Verwendbar in folgenden Modulen:

Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21)
Angewandte Mathematik, Mathematik oder (nach Absprache mit Prüfer:in) Vertiefungsmodul (MSc14)
Elective in Data (MScData24)
Wahlmodul (MSc14)
Mathematische Ergänzung (MEd18)
Wahlmodul im Optionsbereich Individuelle Studiengestaltung (2HfB21)

2a. Begleitveranstaltungen

Lernen durch Lehren

Susanne Knies DE, 3 ECTS

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 (BSc21)
Wahlmodul (MSc14)
Wahlmodul im Optionsbereich Individuelle Studiengestaltung (2HfB21)

2b. Fachdidaktik

Einführung in die Fachdidaktik der Mathematik

Katharina Böcherer-Linder DE, 5 ECTS
Vorlesung mit Übung: Mo, 10-12 Uhr, SR 226, Hermann-Herder-Str. 10
Tutorat: 2-stündig zwei Termine zur Wahl im Rahmen der Kapazitäten

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, MEdual24)

Didaktik der Funktionen und der Analysis

Katharina Böcherer-Linder DE, 3 ECTS
Seminar: Do, 9-12 Uhr, SR 404, Ernst-Zermelo-Straße 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

Anika Dreher DE, 3 ECTS
Seminar: Fr, 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: Medieneinsatz im Mathematikunterricht

Jürgen Kury DE, 4 ECTS

Seminar: Mi, 15-18 Uhr, SR 127, Ernst-Zermelo-Straße 1

Inhalt:

Der Einsatz von Unterrichtsmedien im Mathematikunterricht gewinnt sowohl auf der Ebene der Unterrichtsplanung wie auch der der Unterrichtsrealisierung an Bedeutung. Vor dem Hintergrund konstruktivistischer Lerntheorien zeigt sich, dass der reflektierte Einsatz unter anderem von Computerprogrammen die mathematische Begriffsbildung nachhaltig unterstützen kann. So erlaubt beispielsweise das Experimentieren mit Computerprogrammen mathematische Strukturen zu entdecken, ohne dass dies von einzelnen Routineoperationen (wie z. B. Termumformung) überdeckt würde. Es ergeben sich daraus tiefgreifende Konsequenzen für den Mathematikunterricht. Von daher setzt sich dieses Seminar zum Ziel, den Studierenden die notwendigen Entscheidungs- und Handlungskompetenzen zu vermitteln, um zukünftige Mathematiklehrer auf ihre berufliche Tätigkeit vorzubereiten. Ausgehend von ersten Überlegungen zur Unterrichtsplanung werden anschließend Computer und Tablets hinsichtlich ihres jeweiligen didaktischen Potentials untersucht und während eines Unterrichtsbesuchs mit Lernenden erprobt.

Die dabei exemplarisch vorgestellten Systeme sind:

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

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

Vorkenntnisse:

nützlich: Grundvorlesungen in Mathematik

Verwendbar in folgenden Modulen:

Fachdidaktische Entwicklung (MEd18, MEH21, MEB21)

Fachdidaktikseminare der PH Freiburg

Dozent:inn:en der PH Freiburg DE, 4 ECTS

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)

Fachdidaktische Forschung

Dozent:inn:en der PH Freiburg DE, 4 ECTS

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.

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 30.09.2024 per E-Mail bei didaktik@math.uni-freiburg.de und bei Ralf Erens.

Teil 1: Fachdidaktische Entwicklungsforschung zu ausgewählten Schwerpunkten

Frank Reinhold DE
Seminar: Mo, 14-16 Uhr, Raum noch nicht bekannt, PH Freiburg

Inhalt:

In dieser 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.

Verwendbar in folgenden Modulen:

Fachdidaktische Forschung (MEd18, MEH21, MEB21)

Teil 2: Methoden der mathematikdidaktischen Forschung

Frank Reinhold DE
Seminar: Mo, 16-19 Uhr, Raum noch nicht bekannt, PH Freiburg

Inhalt:

In der zweiten Veranstaltung des Moduls (im letzten Semesterdrittel) werden die Studierenden durch konkrete Arbeit mit bestehenden Daten (Interviews, Schülerprodukte, Experimentaldaten) in zentrale qualitative und quantitative Forschungsmethoden eingeführt.

Verwendbar in folgenden Modulen:

Fachdidaktische Forschung (MEd18, MEH21, MEB21)

Teil 3: Entwicklung und Optimierung eines fachdidaktischen Forschungsprojekts

Dozent:inn:en der PH Freiburg DE
Termine nach Vereinbarung

Inhalt:

Begleitseminar zur Master-Arbeit

Verwendbar in folgenden Modulen:

Fachdidaktische Forschung (MEd18, MEH21, MEB21)

2c. Praktische Übungen

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

Sören Bartels, Assistenz: Vera Jackisch EN, 3 ECTS
Praktische Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt

Inhalt:

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

Vorkenntnisse:

Siehe bei der Vorlesung – zusätzlich: Programmierkenntnisse.

Verwendbar in folgenden Modulen:

Mathematische Ergänzung (MEd18)
Wahlmodul (BSc21)
Wahlmodul (MSc14)
Wahlmodul (MScData24)
Wahlmodul im Optionsbereich Individuelle Studiengestaltung (2HfB21)

Praktische Übung zu Numerik

Sören Bartels, Assistenz: Tatjana Stiefken DE, 3 ECTS
Praktische Übung: 2-stündig 14-täglich, verschiedene Termine

Inhalt:

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

Vorkenntnisse:

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

Zusätzlich: Elementare Programmiervorkenntnisse zum Beispiel aus dem Kurs „Einführung in die Programmierung für Studierende der Naturwissenschaften“

Verwendbar in folgenden Modulen:

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

3a. Proseminare

Gewöhnliche Differentialgleichungen und Anwendungen

Susanne Knies, Ludwig Striet DE, 3 ECTS
Seminar: Do, 12-14 Uhr, SR 125, Ernst-Zermelo-Straße 1
Vorbesprechung 15.07., 13 Uhr, SR 403, Ernst-Zermelo-Straße 1

Inhalt:

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

Literatur:

Vortragsthemen und Literatur finden Sie auf der Webseite!

Vorkenntnisse:

Analysis I und II, Lineare Algebra I und II

Verwendbar in folgenden Modulen:

Proseminar (2HfB21, BSc21, MEH21, MEB21)

Ein Streifzug durch die Mathematik

Angelika Rohde, Assistenz: Johannes Brutsche DE, 3 ECTS
Seminar: Mi, 12-14 Uhr, SR 125, Ernst-Zermelo-Straße 1
Voranmeldung bei Frau Lippek im Sekretariat der Abteilung für Stochastik (Raum 245)
Vorbesprechung 16.07., 10: 15 Uhr, Raum 232, Ernst-Zermelo-Straße 1

Inhalt:

Paul Erdős erzählte gerne von dem BUCH, in dem Gott die *perfekten* Beweise für mathematische Sätze aufbewahrt, dem berühmten Zitat von G. H. Hardy entsprechend, dass es für hässliche Mathematik keinen dauerhaften Platz gibt' ([1], Vorwort). Im Versuch einer Bestapproximation an dieses BUCH haben Aigner und Ziegler in ihrem gleichnamigen Werk eine große Anzahl von Sätzen mit eleganten, raffinierten und teils überraschenden Beweisen zusammengetragen. In diesem Proseminar soll eine Auswahl dieser Resultate vorgestellt werden. Das Spektrum der Themen erstreckt sich dabei über ganz verschiedenen Gebiete der Mathematik, von Zahlentheorie, Geometrie, Analysis und Kombinatorik bis hin zu Graphentheorie und umfasst namhafte Resultate, wie das Lemma von Littlewood und Offord, das Dinitz-Problem, Hilberts drittes Problem (seiner 23 beim Internationalen Mathematikerkongress in Paris 1900 vorgestellten Probleme), die Borsuk-Vermutung und viele mehr.

Literatur:

[1] Martin Aigner, Günter M. Ziegler: *Das BUCH der Beweise.* Springer Spektrum, 4. Auflage.

Vorkenntnisse:

Lineare Algebra I und II, Analysis I und II

Verwendbar in folgenden Modulen:

Proseminar (2HfB21, BSc21, MEH21, MEB21)

Proseminar zur Algebra

Wolfgang Soergel, Assistenz: Damian Sercombe DE, 3 ECTS
Seminar: Di, 14-16 Uhr, SR 127, Ernst-Zermelo-Straße 1
Voranmeldung bis 14.07. per E-Mail an Wolfgang Soergel

Inhalt:

In diesem Proseminar sollen Themen besprochen werden, die ich aus verschiedenen Lehrbüchern und Skripten zu Grundvorlesungen in Linearer Algebra zusammensuche, die aber nicht zum Standardstoff gehören. Die Vorträge bauen dabei nur wenig aufeinander auf.

Vorkenntnisse:

Lineare Algebra I und II, Analysis I und II.

Verwendbar in folgenden Modulen:

Proseminar (2HfB21, BSc21, MEH21, MEB21)

3b. Seminare

Knotentheorie

Ernst August v. Hammerstein DE, 3 ECTS

Seminar geplant als Blockseminar nach dem Praxissemester, entweder mit wöchentlichen Terminen ab Januar 2025 oder als Blockseminar zum/nach Ende der Vorlesungszeit.
Vorbesprechung bis spätestens 18.07.2024 per Mail an Ernst August v. Hammerstein
Vorbesprechung 19.07., 16 Uhr, Raum 232, Ernst-Zermelo-Straße 1

Inhalt:

Einen Knoten kann man mathematisch relativ einfach definieren als eine geschlossene Kurve im dreidimenionalen Raum $\mathbb{R}^3$. Aus dem täglichen Leben kennt man sicherlich bereits verschiedene Knotenarten, z. B. Kreuzknoten, Chirurgenknoten, Seemannsknoten u.a.m. Ziel der mathematischen Knotentheorie ist, charakteristische Größen zur Beschreibung und Klassifizierung von Knoten zu finden und damit evtl. auch entscheiden zu können, ob zwei Knoten äquivalent sind, d. h. durch bestimmte Operationen ineinander überführt werden können.

Mit Seilen, Schnüren oder Drähten kann man Knoten sowie einzelne Verknüfungen und Verschlingungen gut veranschaulichen, so dass angehende Lehrerinnen und Lehrer nicht nur in diesem Seminar, sondern vielleicht auch später einmal im Unterricht die Möglichkeit haben, das eine oder andere Resultat ganz praktisch darzustellen.

Literatur:

- C.C. Adams: *The Knot Book: An elementary introduction to the mathematical theory of knots*, Revised reprint, AMS, 2004.
  Eine pdf-Datei des zuerst beim W.H. Freeman-Verlag erschienenen Buches findet man unter `https://www.math.cuhk.edu.hk/course_builder/1920/math4900e/Adams--The%20Knot%20Book.pdf`.
- G. Burde, H. Zieschang: *Knots* (Second Revides and Extended Edition), de Gruyter, 2003.
- W.B.R. Lickorish: *An Introduction to Knot Theory*, Springer, 1997.
- C. Livingston: *Knot Theory*. Mathematical Association of America, 1993.

Vorkenntnisse:

Grundvorlesungen, evtl. auch ein wenig Topologie

Bemerkungen:

Restplätze können als Proseminarplätze vergeben werden.

Verwendbar in folgenden Modulen:

Mathematische Ergänzung (MEd18)
Wahlmodul im Optionsbereich Individuelle Studiengestaltung (2HfB21)
Proseminar (2HfB21, BSc21, MEH21, MEB21)

Machine Learning and Stochastic Analysis

Thorsten Schmidt DE/EN, 6 ECTS
Seminar: Fr, 10-12 Uhr, SR 125, Ernst-Zermelo-Straße 1
Voranmeldung per E-Mail an Thorsten Schmidt
Vorbesprechung 18.10.

Inhalt:

This seminar will focus on theoretical machine learning results, including modern universal approximation theorems, approximation of filtering methods through transformes, application of machine learning methods in financial markets and possibly other related topics. Moreover, we will cover topics in stochastic analysis, like fractional Ito calculus, uncertainty, filtering and optimal transport. You are also invited to suggest related topics.

Vorkenntnisse:

Das Seminar richtet sich an Studierende, die mindestens Stochastik und Maschinelles Lernen oder Probability Theory II gehört haben.

Bemerkungen:

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

Verwendbar in folgenden Modulen:

Mathematisches Seminar (MSc14, BSc21, MScData24)
Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21)
Elective in Data (MScData24)
Wahlmodul (MSc14)
Wahlmodul im Optionsbereich Individuelle Studiengestaltung (2HfB21)
Mathematische Ergänzung (MEd18)
Proseminar (2HfB21, BSc21, MEH21, MEB21)

Machine-Learning Methods in the Approximation of PDEs

Sören Bartels, Assistenz: Tatjana Stiefken DE/EN, 6 ECTS
Seminar geplant als Blockseminar
Voranmeldung per E-Mail an Sören Bartels
Vorbesprechung 08.07., 12: 30 Uhr, Büro 209, Hermann-Herder-Str. 10

Inhalt:

Machine-learning methods have recently been used to approximate solutions of partial differential equations. While in some cases they lead to advantages over classical approaches, their general superiority is widely open. In the seminar we will review the main concepts and recent developments.

Literatur:

- B. Bohn, J. Garcke, M. Griebel: *Algorithmic Mathematics in Machine Learning*, SIAM, 2024.
- P. C. Petersen: *Neural Network Theory*, Lecture Notes, 2022.

Vorkenntnisse:

Einführung in Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen

Bemerkungen:

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

Verwendbar in folgenden Modulen:

Mathematisches Seminar (MSc14, BSc21, MScData24)
Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21)
Elective in Data (MScData24)
Wahlmodul (MSc14)
Wahlmodul im Optionsbereich Individuelle Studiengestaltung (2HfB21)
Mathematische Ergänzung (MEd18)
Proseminar (2HfB21, BSc21, MEH21, MEB21)

Medical Data Science

Harald Binder DE/EN, 6 ECTS
Seminar: Mi, 10-11: 30 Uhr, HS Medizinische Biometrie, 1. OG, Stefan-Meier-Str. 26
Voranmeldung per E-Mail an Olga Sieber
Vorbesprechung 17.07., 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.
Bei Interesse und vorhandenen Vorkenntnissen kann ein Seminar auch als Proseminar eingesetzt werden.

Verwendbar in folgenden Modulen:

Mathematisches Seminar (MSc14, BSc21, MScData24)
Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21)
Elective in Data (MScData24)
Wahlmodul (MSc14)
Wahlmodul im Optionsbereich Individuelle Studiengestaltung (2HfB21)
Mathematische Ergänzung (MEd18)
Proseminar (2HfB21, BSc21, MEH21, MEB21)

Minimalflächen

Guofang Wang, Assistenz: Xuwen Zhang DE/EN, 6 ECTS
Seminar: Mi, 16-18 Uhr, SR 125, Ernst-Zermelo-Straße 1
Vorbesprechung 17.07., 16 Uhr

Inhalt:

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

Literatur:

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

Vorkenntnisse:

notwendig: Analysis III oder Mehrfachintegrale, und Funktionentheorie
nützlich: Elementare Differentialgeometrie

Bemerkungen:

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

Verwendbar in folgenden Modulen:

Mathematisches Seminar (MSc14, BSc21, MScData24)
Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21)
Wahlmodul (MSc14)
Wahlmodul (MScData24)
Wahlmodul im Optionsbereich Individuelle Studiengestaltung (2HfB21)
Mathematische Ergänzung (MEd18)
Proseminar (2HfB21, BSc21, MEH21, MEB21)

Seminar zur algebraischen Topologie

Sebastian Goette DE/EN, 6 ECTS
Seminar: Di, 14-16 Uhr, SR 125, Ernst-Zermelo-Straße 1
Vorbesprechung 16.07., SR 125, Ernst-Zermelo-Straße 1

Inhalt:

Wir besprechen fortgeschrittene Themen der algebraischen Topologie. Je nach Interesse der Teilnehmer könnten wir eines der folgenden Themen bearbeiten - wenn Sie andere Themenvroschläge haben, wenden Sie sich bitte an den Dozenten.

- Die Steenrod-Algebra. Eine Zusatzstruktur auf der Kohomologie modulo p ermöglicht feinere Aussagen zur Existenz stetiger Abbildungen, etwa zur Existenz linear unabhängiger Vektorfelder auf Sphären. Die Wu-Formeln stellen einen Zusammenhang zu charakteristischen Klassen von Mannigfaltigkeiten her.
- Strukturierte Spektren. Um multiplikative (Ko-) Homologiefunktoren durch Spektren darstellen zu können, braucht man eine abgeschlossene monoidale Kategorie von Spektren, beispielsweise symmetrische oder orthogonale Spektren. In diesem Zusammenhang lernen wir auch Modellstrukturen besser kennen.
- K-Theorie und Indextheorie. Elliptische Differentialoperatoren auf kompakten Mannigfaltigkeiten sind Fredholm-Operatoren. Ihr Index lässt sich mit dem Satz von Atiyah-Singer topologische berechnen. Wir beweisen diesen Satz mit (überwiegend) topologischen Methoden und geben einige geometrische Anwendungen.

Vorkenntnisse:

Algebraische Topologie I und II

Bemerkungen:

TeilnehmerInnen übernehmen einen, bei Interesse auch mehrere Vorträge. Für die restliche Zeit setzen wir die Veranstaltung als Lesekurs oder Spezialvorlesung fort.
Bei Interesse kann das Seminar auf Englisch stattfinden.

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

Verwendbar in folgenden Modulen:

Mathematisches Seminar (MSc14, BSc21, MScData24)
Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21)
Wahlmodul (MSc14)
Wahlmodul (MScData24)
Wahlmodul im Optionsbereich Individuelle Studiengestaltung (2HfB21)
Mathematische Ergänzung (MEd18)
Proseminar (2HfB21, BSc21, MEH21, MEB21)

Theorie der nicht-kommutativen Algebren

Annette Huber-Klawitter, Assistenz: Xier Ren DE/EN, 6 ECTS
Seminar: Fr, 8-10 Uhr, SR 404, Ernst-Zermelo-Straße 1
Voranmeldung per E-Mail an Ludmilla Frei oder persönlich in Raum 421
Vorbesprechung 15.07., 11 Uhr, SR 318, Ernst-Zermelo-Straße 1

Inhalt:

In this seminar, we are going to study finite dimensional (unital, possibly non-commutative) algebras over a (commutative) field k. Prototypes are the rings of square matrices over k, finite field extensions, or the algebra k^n with diagonal multiplication.

We will concentrate on path algebras of finite quivers (German: Köcher). Modules over them are equivalently described as representations of the quiver. Many algebraic properties can be directly understood from properties of the quiver.

Literatur:

- Frank Anderson, Kent Fuller: *Rings and Categories of Modules*, GTM 13, Springer, 1992
- Ralf Schiffler: *Quiver Representations*, CMS Books in Mathematics, Springer, 2014
- Alexander Kirillov Jr.: *Quiver Representations*, GSM 174, AMS, 2016

Vorkenntnisse:

notwendig: Lineare Algebra
nützlich: Algebra und Zahlentheorie, kommutative Algebra

Bemerkungen:

Die Verständigung mit dem Assistenten erfolgt auf Englisch. Vorträge können auf Deutsch oder Englisch gehalten werden.
Bei Interesse und vorhandenen Vorkenntnissen kann ein Seminar auch als Proseminar eingesetzt werden.

Verwendbar in folgenden Modulen:

Mathematisches Seminar (MSc14, BSc21, MScData24)
Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21)
Wahlmodul (MSc14)
Wahlmodul (MScData24)
Wahlmodul im Optionsbereich Individuelle Studiengestaltung (2HfB21)
Mathematische Ergänzung (MEd18)
Proseminar (2HfB21, BSc21, MEH21, MEB21)

4a. Projektseminare und Lesekurse

Lesekurse „Wissenschaftliches Arbeiten“

Alle Dozent:inn:en der Mathematik DE/EN, 9 ECTS
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 oder Vertiefungsmodul (MSc14)
Wahlmodul (MSc14)