Universität Freiburg – Mathematisches Institut

Wintersemester 2024/25

Ergänzungen des Modulhandbuchs

Version 12. Oktober 2024

Inhaltsverzeichnis

1a. Einführende Pflichtvorlesungen der verschiedenen Studiengänge

Analysis I

Michael Růžička, Assistenz: Alexei Gazca — D, 9.0 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.

Bemerkungen:

This course is only offered in German.

Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

	- () (9.0 ECTS)
SL: Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können.	✗

Lineare Algebra I

Stefan Kebekus, Assistenz: Marius Amann D, 9.0 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.

Bemerkungen:

This course is only offered in German.

Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

	Lineare Algebra (2HfB21, BSc21, MEH21) (9.0 ECTS) Lineare Algebra (MEB21) (9.0 ECTS) Lineare Algebra I (fachfremd) (BScInfo19, BScPhys20) (9.0 ECTS)
SL: Bestehen der Abschlussklausur (Dauer 1 bis 3 Stunden).	✗
SL: Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben und Online-Kurztests erreicht werden können. Durch das Vorrechnen von Aufgaben im Tutorat können Bonuspunkte erreicht werden.	✗

Numerik I

Sören Bartels, Assistenz: Tatjana Schreiber D, 5.0 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 praktischen 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.

Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

	Numerik I (MEB21) (5.0 ECTS)
PL: Mündliche Prüfung (Dauer: max. 30 Minuten).	✗
SL: Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können.	✗
SL: Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können.	✗
SL: Regelmäßige Teilnahme (wie in der Prüfungsordnung definiert) an einem der Tutorate zur Vorlesung.	✗
SL: Vorrechnen von mindestens einer Übungsaufgaben im Tutorat.	✗

Stochastik I

Angelika Rohde, Assistenz: Johannes Brutsche D, 5.0 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 Interesse 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.

Bemerkungen:

This course is only offered in German.

Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

	Stochastik I (BSc21, MEB21, MEdual24) (5.0 ECTS)
PL: Klausur über Stochastik I am Ende des Wintersemesters (Dauer: 1 bis 2 Stunden).	✗
SL: Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können.	✗
SL: Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können.	✗
SL: Regelmäßige Teilnahme (wie in der Prüfungsordnung definiert) an einem der Tutorate zur Vorlesung.	✗
SL: Vorrechnen von mindestens einer Übungsaufgaben im Tutorat.	✗

Erweiterung der Analysis

Nadine Große, Assistenz: Jonah Reuß D, 5.0 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

Bemerkungen:

This course is only offered in German.

Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

	Erweiterung der Analysis (MEd18, MEH21, MEdual24) (5.0 ECTS)
PL: Klausur (Dauer: 1 bis 3 Stunden).	✗
SL: Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können.	✗
SL: Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können.	✗
SL: Regelmäßige Teilnahme (wie in der Prüfungsordnung definiert) an einem der Tutorate zur Vorlesung.	✗

Basics in Applied Mathematics

Moritz Diehl, Patrick Dondl, Angelika Rohde, Assistenz: Ben Deitmar, Coffi Aristide Hounkpe E, 12.0 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!

Bemerkungen:

Dieser Kurs wird auf Englisch angeboten.

Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

1b. Weiterführende vierstündige Vorlesungen

Algebra und Zahlentheorie

Wolfgang Soergel, Assistenz: Damian Sercombe D, 9.0 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

Bemerkungen:

This course is only offered in German.

Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

	Algebra und Zahlentheorie (2HfB21, MEH21) (9.0 ECTS)	Einführung in die Algebra und Zahlentheorie (MEB21) (9.0 ECTS)	Reine Mathematik (MSc14) (9.0 ECTS)	Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21) (9.0 ECTS)
Für das absolvierte Modul (oder ggf. den Teil des Moduls) gibt es 9 ECTS-Punkte.				✗
PL: Klausur (Dauer: 1 bis 3 Stunden).	✗			✗
PL: Mündliche Prüfung (Dauer: max. 30 Minuten).		✗		
PL: Mündliche Prüfung über alle Teile des Moduls (Dauer: ca. 30 Minuten, im Vertiefungsmodul ca. 45 Minuten)			✗	
SL: Bestehen der Abschlussklausur (Dauer 1 bis 3 Stunden).			✗	
SL: Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können.	✗	✗	✗	✗
SL: Regelmäßige Teilnahme (wie in der Prüfungsordnung definiert) an einem der Tutorate zur Vorlesung.	✗	✗	✗	✗
Zählt bei Bedarf als eines der drei Module Vorlesung mit Übung A bis Vorlesung mit Übung C und deckt die Bedingung ab, dass mindestens eines davon zur Reinen Mathematik gehören muss.				✗
Zählt bei Bedarf als eines der vier Module Vorlesung mit Übung A bis Vorlesung mit Übung D und deckt die Bedingung ab, dass mindestens eines davon zur Reinen Mathematik gehören muss.				✗

Algebraische Zahlentheorie

Abhishek Oswal, Assistenz: Andreas Demleitner E, 9.0 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*, Springer, 1999.

Vorkenntnisse:

Algebra und Zahlentheorie

Bemerkungen:

Dieser Kurs wird auf Englisch angeboten.

Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Analysis III

Patrick Dondl, Assistenz: Oliver Suchan D, 9.0 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

Bemerkungen:

This course is only offered in German.

Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

	Analysis III (BSc21) (9.0 ECTS)	Mathematische Vertiefung (MEd18, MEH21) (9.0 ECTS)
PL: Klausur (Dauer: 1 bis 3 Stunden).	✗	
PL: Mündliche Prüfung (Dauer ca. 30 Minuten) über Analysis I–III am Ende des Moduls. (Die bestandenen Klausuren zu Analysis I und II und die bestandene Übung zu Analysis III sind Zulassungsvoraussetzungen).	✗	
PL: Mündliche Prüfung (Dauer: ca. 30 Minuten).		✗
SL: Abgegebene Übungsaufgaben müssen auf Aufforderung durch den Tutor/die Tutorin hin im Tutorat präsentiert werden können.	✗	✗
SL: Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können.	✗	✗
SL: Mindestens zweimaliges Vorrechnen von Übungsaufgaben im Tutorat.	✗	✗
SL: Regelmäßige Teilnahme (wie in der Prüfungsordnung definiert) an einem der Tutorate zur Vorlesung.	✗	✗

Differentialgeometrie

Sebastian Goette, Assistenz: Mikhael Tëmkin D, 9.0 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.

Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Einführung in partielle Differentialgleichungen

Guofang Wang, Assistenz: Christine Schmidt D, 9.0 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

Bemerkungen:

This course is only offered in German.

Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Einführung in Theorie und Numerik Partieller Differentialgleichungen

Sören Bartels, Assistenz: Vera Jackisch E, 9.0 ECTS
Vorlesung: Di, Do, 10–12 Uhr, SR 226, Hermann-Herder-Str. 10
Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt

Inhalt:

Ziel dieses Kurses ist es, eine Einführung in die Theorie der linearen partiellen Differentialgleichungen und deren Finite-Differenzen- sowie Finite-Elemente-Approximationen. Finite-Elemente-Methoden zur Approximation partieller Differentialgleichungen haben einen hohen Reifegrad erreicht und sind ein unverzichtbares Werkzeug in Wissenschaft und Technik. Wir geben eine Einführung in die Konstruktion, Analyse und Implementierung von Finite-Elemente-Methoden für verschiedene Modellprobleme. Wir behandeln elementare Eigenschaften von linearen partiellen Differentialgleichungen zusammen mit deren grundlegender numerischer Approximation, dem funktionalanalytischen Ansatz für den strengen Nachweis der Existenz von Lösungen sowie die Konstruktion und Analyse grundlegender Finite-Elemente-Methoden.

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:

Required: Analysis I and II, Linear Algebra I and II as well as knowledge about higher-dimensional integration (e.g. from Analysis III or Extensions of Analysis)
Recommended: Numerics for differential equations, Functional analysis

Bemerkungen:

Dieser Kurs wird auf Englisch angeboten.

Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Mathematische Statistik

Ernst August v. Hammerstein, Assistenz: Sebastian Stroppel E, 9.0 ECTS
Vorlesung: Mo, Mi, 14–16 Uhr, SR 404, Ernst-Zermelo-Str. 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.
- E.L. Lehmann, J.P. Romano: *Testing Statistical Hypotheses (Fourth Edition)*, Springer, 2022.
- E.L. Lehmann, G. Casella: *Theory of Point Estimation, Second Edition*, Springer, 1998.
- L. Rüschendorf: *Mathematische Statistik*, Springer Spektrum, 2014.
- M. J. Schervish: *Theory of Statistics*, Springer, 1995.
- J. Shao: *Mathematical Statistics*, Springer, 2003.
- H. Witting: *Mathematische Statistik I*, Teubner, 1985.

Vorkenntnisse:

Wahrscheinlichkeitstheorie (insbesondere Maßtheorie sowie bedingte Wahrscheinlichkeiten und Erwartungen)

Bemerkungen:

Dieser Kurs wird auf Englisch angeboten.

Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Wahrscheinlichkeitstheorie II (Stochastische Prozesse)

Peter Pfaffelhuber, Assistenz: Samuel Adeosun E, 9.0 ECTS
Vorlesung: Mo, 10–12 Uhr, HS II, Albertstr. 23b
Übung (2-stündig): Mi, 12–14 Uhr, SR 127, Ernst-Zermelo-Str. 1
Vorlesung (4-stündig): asynchrone Videos

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.

Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

	Advanced Lecture in Stochastics (MScData24) (11.0 ECTS) Angewandte Mathematik (MSc14) (11.0 ECTS) Elective in Data (MScData24) (11.0 ECTS)	Mathematik (MSc14) (11.0 ECTS) Teil des Vertiefungsmodul (MSc14) (10.0 ECTS) Mathematische Vertiefung (MEd18, MEH21) (9.0 ECTS)	Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21) (9.0 ECTS) Wahlmodul (MSc14) (9.0 ECTS) Wahlmodul (Option ”Individuelle Studiengestaltung”) (2HfB21) (9.0 ECTS)
PL: Mündliche Prüfung (Dauer: ca. 30 Minuten).	✗		
PL: Mündliche Prüfung über alle Teile des Moduls (Dauer: ca. 30 Minuten, im Vertiefungsmodul ca. 45 Minuten)		✗	
SL: Bestehen eines mündlichen Abschlusstests.			✗
SL: Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können.	✗	✗	✗

Wahrscheinlichkeitstheorie III (Stochastische Integration und Finanzmathematik)

Thorsten Schmidt, Assistenz: Moritz Ritter E, 9.0 ECTS
Vorlesung: Mo, Mi, 12–14 Uhr, SR 404, Ernst-Zermelo-Str. 1
Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt

Inhalt:

Diese Vorlesung bildet den Höhepunkt unserer Reihe zur Wahrscheinlichkeitstheorie und erreicht das ultimative Ziel dieser Reihe: Die Kombination von stochastischer Analysis und Finanzmathematik, ein Gebiet, das seit den 1990er Jahren eine erstaunliche Fülle von faszinierenden Ergebnissen hervorgebracht hat. Der Kern ist sicherlich die Anwendung der Semi-Martingale-Theorie auf die Finanzmärkte, die in dem fundamentalen Theorem der Preisbildung von Vermögenswerten kummulieren. Dieses Ergebnis wird überall auf den Finanzmärkten verwendet. Danach befassen wir uns mit modernen Formen der stochastischen Analysis, die neuronale SDEs, Signaturmethoden, Unsicherheits- und Terminstrukturmodelle. Die Vorlesung schließt mit einer Untersuchung der neuesten Anwendungen von maschinellem Lernen auf den Finanzmärkten und dem wechselseitigen Einfluss der stochastischen Analyse auf maschinelles Lernen ab.

Literatur:

Relevante Literatur wird in der Vorlesung bekannt gegeben.

Vorkenntnisse:

Wahrscheinlichkeitstheorie II (Stochastische Prozesse)

Bemerkungen:

Diese Vorlesung wird auf Englisch angeboten

Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

	Advanced Lecture in Stochastics (MScData24) (11.0 ECTS) Angewandte Mathematik (MSc14) (11.0 ECTS) Elective in Data (MScData24) (11.0 ECTS)	Mathematik (MSc14) (11.0 ECTS) Teil des Vertiefungsmodul (MSc14) (10.0 ECTS) Mathematische Vertiefung (MEd18, MEH21) (9.0 ECTS)	Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21) (9.0 ECTS) Wahlmodul (MSc14) (9.0 ECTS) Wahlmodul (Option "Individuelle Studiengestaltung") (2HfB21) (9.0 ECTS)
PL: Mündliche Prüfung (Dauer: ca. 30 Minuten).	✗		
PL: Mündliche Prüfung über alle Teile des Moduls (Dauer: ca. 30 Minuten, im Vertiefungsmodul ca. 45 Minuten)		✗	
SL: Bestehen eines mündlichen Abschlusstests.			✗
SL: Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Übungsaufgaben erreicht werden können.	✗	✗	✗

Semi-algebraische Geometrie

Annette Huber-Klawitter, Amador Martín Pizarro, Assistenz: Christoph Brackenhofer D, 9.0 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

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

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

Bemerkungen:

This course is only offered in German.

Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Mengenlehre: Unabhängigkeitsbeweise

Maxwell Levine, Assistenz: Hannes Jakob E, 9.0 ECTS
Vorlesung: Di, Do, 12–14 Uhr, SR 404, Ernst-Zermelo-Str. 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

Bemerkungen:

Dieser Kurs wird auf Englisch angeboten.

Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Theorie und Numerik for Partieller Differentialgleichungen – Nichtlineare Probleme

Sören Bartels, Patrick Dondl E, 9.0 ECTS
Vorlesung: 4-stündig
als Lesekurs, Termine nach Vereinbarung
Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt

Inhalt:

Die Vorlesung behandelt die Entwicklung und Analyse von numerischen Methoden für die Approximation bestimmter nichtlinearer partieller Differentialgleichungen. Zu den betrachteten Modellproblemen gehören harmonische Abbildungen in Sphären, total-variable regulierte Minimierungsprobleme und nichtlineare Krümmungsmodelle. Für jedes der Probleme wird eine geeignete Finite-Elemente-Diskretisierung entwickelt, ihre Konvergenz wird analysiert und iterative Lösungsverfahren werden entwickelt. Die Vorlesung wird durch theoretische und praktische Übungen ergänzt, in denen die Ergebnisse vertieft und experimentell überprüft werden.

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 partielle Differetialgleichungen

Bemerkungen:

Die Vorlesung findet in Form eines Lesekurses statt.
Diese Vorlesung findet auf Englisch statt.

Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Lesekurse „Wissenschaftliches Arbeiten“

Alle Dozent:inn:en der Mathematik D/E, 9.0 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.

Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

	- () (9.0 ECTS)	Wahlmodul (MSc14) (9.0 ECTS)	Wissenschaftliches Arbeiten (MEd18, MEH21) (9.0 ECTS)
PL: Mündliche Prüfung (Dauer: ca. 30 Minuten).			✗
PL: Mündliche Prüfung über alle Teile des Moduls (Dauer: ca. 30 Minuten, im Vertiefungsmodul ca. 45 Minuten)	✗		
SL: Selbständige Lektüre der von dem Betreuer/der Betreuerin vorgegebenen Skripte, Artikel oder Buchkapitel und ggf. Bearbeitung von begleitenden Übungsaufgaben. Regelmäßiger Bericht über den Fortschritt des Selbststudiums mit der Formulierung von Fragen zu nicht verstandenen Punkten. Bis zu zweimaliges Vortragen vor der Arbeitsgruppe über den bisher erarbeiten Stoff, ggf. im Rahmen eines Seminars, Projekt- oder Oberseminars. Falls das Wissenschaftliche Arbeiten im Rahmen einer Lehrveranstaltung (z.B. Seminar oder Projektseminar) stattfindet: regelmäßige Teilnahme an dieser Veranstaltung.		✗	✗

1c. Weiterführende zweistündige Vorlesungen

Futures and Options

Eva Lütkebohmert-Holtz, Assistenz: Hongyi Shen E, 6.0 ECTS
Vorlesung: Mo, 10–12 Uhr, HS 1098, KG I
Übung: Do, 10–12 Uhr, HS 1098, KG I

Inhalt:

Dieser Kurs bietet eine Einführung in die Finanzmärkte und -produkte. Neben Futures und Standard-Put- und Call-Optionen europäischer und amerikanischer Art werden auch zinssensitive Instrumente wie z.B. Swaps behandelt. Für die Bewertung von Finanzderivaten führen wir zunächst Finanzmodelle in diskreter Zeit ein, wie das Cox-Ross-Rubinstein-Modell vor und erläutern die Grundprinzipien der risikoneutralen Bewertung. Schließlich diskutieren wir das berühmte Black-Scholes-Modell, das ein zeitkontinuierliches Modell für die Optionsbewertung darstellt.

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, M.Sc. Mathematics in Data and Technology 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.
Dieser Kurs wird auf Englisch angeboten.

Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

	Mathematische Ergänzung (MEd18) (6.0 ECTS)	Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21) (6.0 ECTS)
Für das absolvierte Modul (oder ggf. den Teil des Moduls) gibt es 6 ECTS-Punkte.		✗
PL: Klausur (Dauer: 1 bis 3 Stunden).		✗
SL: Bestehen der Abschlussklausur (Dauer 1 bis 3 Stunden).	✗	

Lie-Gruppen und symmetrische Räume

Maximilian Stegemeyer D, 6.0 ECTS
Vorlesung: Do, 14–16 Uhr, SR 404, Ernst-Zermelo-Str. 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

Bemerkungen:

This course is only offered in German.

Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Markov-Ketten

David Criens, Assistenz: Dario Kieffer E, 6.0 ECTS
Vorlesung: Do, 12–14 Uhr, SR 226, Hermann-Herder-Str. 10
Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt

Inhalt:

Die Klasse der Markov-Ketten ist eine wichtige Klasse von (zeitdiskreten) stochastischen Prozessen, die häufig verwendet werden, um zum Beispiel die Ausbreitung von Infektionen, Warteschlangensysteme oder Wechsel von Wirtschaftsszenarien zu modellieren. Ihr Hauptmerkmal ist die Markov-Eigenschaft, was in etwa bedeutet, dass die Zukunft von der Vergangenheit nur durch den aktuellen Zustand abhängt. In dieser Vorlesung wird die mathematischen Grundlagen der Theorie der Markov-Ketten vorgestellt. Insbesondere diskutieren wir über Pfadeigenschaften, wie Rekurrenz, Transienz, Zustandsklassifikationen sowie die Konvergenz zu einem Gleichgewicht. Wir untersuchen auch Erweiterungen auf kontinuierliche Zeit. Auf dem Weg dorthin diskutieren wir Anwendungen in der Biologie, in Warteschlangensystemen und im Ressourcenmanagement. Wenn es die Zeit erlaubt, werfen wir auch einen Blick auf Markov-Ketten mit zufälligen Übergangswahrscheinlichkeiten, sogenannten Irrfahrten in zufälliger Umgebung, ein verbreitetes Modell für Zufällige Medien.

Literatur:

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

Vorkenntnisse:

Notwendig: Stochastik I
Nützlich: Analysis III, Wahrscheinlichkeitstheorie I

Bemerkungen:

Dieser Kurs wird auf englisch angeboten.

Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Maßtheorie

Peter Pfaffelhuber, Assistenz: Samuel Adeosun E, 6.0 ECTS
Tutorat: 2-stündig: Mi, 10–12 Uhr, HS II, Albertstr. 23b
Vorlesung (2-stündig): asynchrone Videos

Inhalt:

Die Maßtheorie ist die Grundlage der fortgeschrittenen Wahrscheinlichkeitstheorie. In diesem Kurs bauen wir auf den Kenntnissen der Analysis auf und liefern alle notwendigen Ergebnisse für spätere Kurse in Statistik, probabilistischem maschinellem Lernen und stochastischen Prozessen. Der Kurs beinhaltet Mengensysteme, Konstruktionen von Maßen über äußere Maße, das Integral und Produktmaße.

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:

Grundlagenvorlesung in Analysis und Verständnis mathematischer Beweise.

Bemerkungen:

Dies ist ein Selbstlernkurs, für den (korrigierte) Übungsblätter angeboten werden.
Dieser Kurs wird auf englisch angeboten.

Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Numerische Approximation stochastischer Differentialgleichungen

Diyora Salimova, Assistenz: Ilkhom Mukhammadiev E, 6.0 ECTS
Vorlesung: Di, Fr, 12–14 Uhr, SR 226, Hermann-Herder-Str. 10
Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt
Praktische Übung: 2-stündig, Termin wird noch festgelegt

Inhalt:

Ziel dieses Kurses ist es, die Studierenden in die Lage zu versetzen, Simulationen und deren mathematische Analyse für stochastische Modelle aus Anwendungen wie der Finanzmathematik und der Physik durchzuführen. Zu diesem Zweck vermittelt der Kurs ein solides Wissen über stochastische Differentialgleichungen (SDEs) und deren Lösungen. Darüber hinaus werden verschiedene numerische Methoden für SDEs, ihre zugrunde liegenden Ideen, Konvergenzeigenschaften und Implementierungsprobleme untersucht.

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:

Stochastik, Maßtheorie, Numerik und MATLAB-Programmierung.

Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Numerical Optimal Control

Moritz Diehl, Assistenz: Florian Messerer E, 6.0 ECTS
Übung / flipped classroom: Di, 14–16 Uhr, HS II, Albertstr. 23b

Inhalt:

Ziel des Kurses ist es, eine Einführung in numerische Methoden zu geben für die Lösung optimaler Kontrollprobleme in Wissenschaft und Technik. Der Schwerpunkt liegt sowohl auf zeitdiskreter als auch auf zeitkontinuierlicher optimaler Steuerung in kontinuierlichen Zustandsräumen. Der Kurs richtet sich an ein gemischtes Publikum von Studenten der Mathematik, Ingenieurwesen und Informatik.

Der Kurs deckt die folgenden Themen ab:

- Einführung in dynamische Systeme und Optimierung
- Newtonverfahren und numerische Optimierung
- Algorithmische Differenzierung
- Zeitdiskrete Optimale Steuerung
- Dynamische Programmierung
- Optimale Steuerung in kontinuierlicher Zeit
- Numerische Simulationsmethoden
- Hamilton-Jacobi-Bellmann-Gleichung
- Pontryagin und der indirekte Ansatz
- Direkte Optimale Steuerung
- Echtzeit-Optimierung für modellprädiktive Steuerung

Die Vorlesung wird von intensiven wöchentlichen Computerübungen begleitet, die sowohl in in MATLAB und Python (6 ECTS) absolviert werden können. Es wird außerdem ein optionales Projekt (3 ECTS) angeboten. Dieses besteht in der Formulierung und Implementierung eines selbstgewählten optimalen Kontrollproblems und einer numerischen Lösungsmethode, die in einem Projektbericht dokumentiert und abschließend präsentiert wrird.

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:

Notwendig: Analysis I und II, Lineare Algebra I und II Nützlich: Numerik I, Gewöhnliche Differentialgleichungen, Numerische Optimierung

Bemerkungen:

Zusammen mit dem optionalen Programmierprojekt wird die 6 ECTS Vorlesung als 9-ECTS-Kurs angerechnet.
Dieser Kurs wird auf Englisch angeboten.

Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

2a. Fachdidaktik

Einführung in die Fachdidaktik der Mathematik

Katharina Böcherer-Linder D, 5.0 ECTS
Vorlesung mit Übung: Mo, 10–12 Uhr, SR 226, Hermann-Herder-Str. 10
Tutorat (2-stündig zur Wahl): 8–10 Uhr, Fr, 14–16 Uhr, SR 127, Ernst-Zermelo-Str. 1

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!

Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

	(Einführung in die) Fachdidaktik Mathematik (2HfB21, MEH21, MEB21, MEdual24) (5.0 ECTS)
SL: Bestehen der Abschlussklausur (Dauer 1 bis 3 Stunden).	✗
SL: Erfolgreiche schriftliche Bearbeitung von mindestens zwei Dritteln der Übungsaufgaben.	✗
SL: Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert).	✗

Didaktik der Funktionen und der Analysis

Katharina Böcherer-Linder D, 3.0 ECTS
Seminar: Do, 9–12 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.

Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

	Fachdidaktik der mathematischen Teilgebiete (MEd18, MEH21, MEB21) (3.0 ECTS)
PL: Klausur über beide Modulteile.	✗
SL: Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert).	✗
SL: Seminarvortrag mit praktischem und theoretischem Teil.	✗
SL: Wöchentliche Lektüre und gegebenenfalls Hausübung.	✗

Didaktik der Stochastik und der Algebra

Anika Dreher — D, 3.0 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.

Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

	Fachdidaktik der mathematischen Teilgebiete (MEd18, MEH21, MEB21) (3.0 ECTS)
PL: Klausur über beide Modulteile.	✗
SL: Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert).	✗
SL: Seminarvortrag mit praktischem und theoretischem Teil.	✗
SL: Wöchentliche Lektüre und gegebenenfalls Hausübung.	✗

Fachdidaktikseminar: Medieneinsatz im Mathematikunterricht

Jürgen Kury D, 4.0 ECTS

Seminar: Mi, 15–18 Uhr, SR 127, Ernst-Zermelo-Str. 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

Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Fachdidaktikseminare der PH Freiburg

Dozent:inn:en der PH Freiburg D, 4.0 ECTS

Inhalt:

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.

Vorkenntnisse:

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.

Bemerkungen:

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

Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Modul "Fachdidaktische Forschung":

Dozent:inn:en der PH Freiburg , 4.0 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.

Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

Teil 1: Fachdidaktische Entwicklungsforschung zu ausgewählten Schwerpunkten

Frank Reinhold D, 6.0 ECTS
Seminar: Mo, 14–16 Uhr, Raum (PH) 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.

Bemerkungen:

This course will only be offered in German.

Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

	Fachdidaktische Forschung (MEd18, MEH21, MEB21) (6.0 ECTS)
SL: In allen drei Teilen des Moduls: Bearbeitung von Aufgaben nach Maßgabe der Lehrenden im Umfang von insgesamt etwa 60 Stunden.	✗
SL: Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert).	✗

Teil 2: Methoden der mathematikdidaktischen Forschung

Frank Reinhold D, 6.0 ECTS

Seminar: Mo, 16–19 Uhr, Raum (PH) 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.

Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

	Fachdidaktische Forschung (MEd18, MEH21, MEB21) (6.0 ECTS)
SL: In allen drei Teilen des Moduls: Bearbeitung von Aufgaben nach Maßgabe der Lehrenden im Umfang von insgesamt etwa 60 Stunden.	✗
SL: Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert).	✗

Teil 3: Entwicklung und Optimierung eines fachdidaktischen Forschungsprojekts

Dozent:inn:en der PH Freiburg D, 6.0 ECTS
Termine nach Vereinbarung

Inhalt:

Begleitseminar zur Master-Arbeit

Bemerkungen:

This seminar will only be offered in German.

Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

	Fachdidaktische Forschung (MEd18, MEH21, MEB21) (6.0 ECTS)
SL: In allen drei Teilen des Moduls: Bearbeitung von Aufgaben nach Maßgabe der Lehrenden im Umfang von insgesamt etwa 60 Stunden.	✗
SL: Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert).	✗

2b. Tutoratsmodul

Lernen durch Lehren

Susanne Knies D, 3.0 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.

Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

	Wahlmodul (BSc21) (3.0 ECTS)	Wahlmodul (MSc14) (3.0 ECTS)	Wahlmodul (Option "Individuelle Studiengestaltung") (2HfB21) (3.0 ECTS)
Für das absolvierte Modul (oder ggf. den Teil des Moduls) gibt es 3 ECTS-Punkte.		✗	
SL: Teilnahme an beiden Terminen des Tutoratsworkshops. Regelmäßige Teilnahme an der Tutorenbesprechung; Zwei gegenseitige Tutoratsbesuche mit einem (oder mehreren) anderen Modulteilnehmern.		✗	
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).		✗	

2c. Praktische Übungen

Praktische Übung zu Einführung in Theorie und Numerik Partieller Differentialgleichungen

Sören Bartels, Assistenz: Vera Jackisch E, 3.0 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.

Bemerkungen:

Dieser Kurs wird auf Englisch angeboten.

Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

	Mathematische Ergänzung (MEd18) (3.0 ECTS)
Nur sinnvoll als Ergänzung zur gleichnamigen Vorlesung.	✗
SL: Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Computeraufgaben erreicht werden können.	✗
SL: Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert).	✗

Praktische Übung zu Numerik

Sören Bartels, Assistenz: Tatjana Schreiber D, 3.0 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.*

Bemerkungen:

This course is only offered in German.

Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

	Mathematische Ergänzung (MEd18) (3.0 ECTS) Praktische Übung (2HfB21, MEH21, MEB21) (3.0 ECTS)
Die Anforderungen an die Studienleistungen gelten separat für beide Semester des Moduls bzw. der Veranstaltung!	✗
SL: Erreichen von mindestens 50% der Punkte, die insgesamt durch die Bearbeitung der für die Übung ausgegebenen Computeraufgaben erreicht werden können.	✗
SL: Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert).	✗

3a. Proseminare

Gewöhnliche Differentialgleichungen und Anwendungen

Susanne Knies, Ludwig Striet D, 3.0 ECTS
Seminar: Do, 12–14 Uhr, SR 125, Ernst-Zermelo-Str. 1
Vorbesprechung 15.07., 13 Uhr, SR 403, Ernst-Zermelo-Str. 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

Bemerkungen:

Note that this course is only offered in German.

Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

	Proseminar (2HfB21, BSc21, MEH21, MEB21) (3.0 ECTS)
PL: Etwa 45- bis 90-minütiger Vortrag.	✗
SL: Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert).	✗

Ein Streifzug durch die Mathematik

Angelika Rohde, Assistenz: Johannes Brutsche D, 3.0 ECTS
Seminar: Mi, 12–14 Uhr, SR 125, Ernst-Zermelo-Str. 1
Voranmeldung
bei Frau Lippek im Sekretariat der Abteilung für Stochastik (Raum 245)
Vorbesprechung 16.07., 10: 15 Uhr, Raum 232, Ernst-Zermelo-Str. 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* (5. Auflage), Springer, 2018.

Vorkenntnisse:

Lineare Algebra I und II, Analysis I und II

Bemerkungen:

Note that this course is only offered in German.

Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

	Proseminar (2HfB21, BSc21, MEH21, MEB21) (3.0 ECTS)
PL: Etwa 45- bis 90-minütiger Vortrag.	✗
SL: Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert).	✗

Proseminar zur Algebra

Wolfgang Soergel, Assistenz: Damian Sercombe D, 3.0 ECTS
Seminar: Di, 14–16 Uhr, SR 127, Ernst-Zermelo-Str. 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.

Bemerkungen:

This course is only offered in German.

Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

	Proseminar (2HfB21, BSc21, MEH21, MEB21) (3.0 ECTS)
PL: Etwa 45- bis 90-minütiger Vortrag.	✗
SL: Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert).	✗

3b. Seminare

Knotentheorie

Ernst August v. Hammerstein D, 3.0 ECTS

Seminar

geplant als Blockseminar nach dem Praxissemester, entweder mit wöchentlichen Terminen ab Januar 2025 oder als Blockseminar zum/nach Ende der Vorlesungszeit.

Voranmeldung

bis spätestens 18.07.2024 per Mail an Ernst August v. Hammerstein

Vorbesprechung 19.07., 16 Uhr, Raum 232, Ernst-Zermelo-Str. 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.

Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

	Mathematische Ergänzung (MEd18) (3.0 ECTS) Wahlmodul (Option "Individuelle Studiengestaltung") (2HfB21) (3.0 ECTS)	Proseminar (2HfB21, BSc21, MEH21, MEB21) (3.0 ECTS)
PL: Etwa 45- bis 90-minütiger Vortrag.		✗
SL: Etwa 45- bis 90-minütiger Vortrag.	✗	
SL: Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert).	✗	✗

Maschinelles Lernen und Stochastische Analysis

Thorsten Schmidt, Assistenz: Moritz Ritter D/E, 6.0 ECTS
Seminar: Fr, 10–12 Uhr, SR 125, Ernst-Zermelo-Str. 1
Voranmeldung
per E-Mail an Thorsten Schmidt
Vorbesprechung 18.10.

Inhalt:

Dieses Seminar wird sich auf theoretische Ergebnisse des maschinellen Lernens konzentrieren, einschließlich moderner universeller Approximationssätze, der Näherung von Filtermethoden durch Transformationen, der Anwendung von Methoden des maschinellen Lernens in Finanzmärkten und möglicherweise anderen verwandten Themen. Darüber hinaus werden wir Themen der stochastischen Analyse behandeln, wie die fraktionale Itô-Kalkulation, Unsicherheit, Filterung und optimalen Transport. Sie sind auch eingeladen, Themen vorzuschlagen.

Vorkenntnisse:

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

Bemerkungen:

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

Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

	Elective in Data (MScData24) (6.0 ECTS) Mathematisches Seminar (MSc14, BSc21, MScData24) (6.0 ECTS) Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21) (6.0 ECTS)	Mathematische Ergänzung (MEd18) (6.0 ECTS)	Proseminar (2HfB21, BSc21, MEH21, MEB21) (6.0 ECTS)	Wahlmodul (MSc14) (6.0 ECTS) Wahlmodul (Option "Individuelle Studiengestaltung") (2HfB21) (6.0 ECTS)
Für das absolvierte Modul (oder ggf. den Teil des Moduls) gibt es 6 ECTS-Punkte.	✗			✗
PL: Etwa 45- bis 90-minütiger Vortrag.	✗		✗	
SL: Etwa 45- bis 90-minütiger Vortrag.		✗		✗
SL: Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert).	✗	✗	✗	✗

Machine-Learning Methods in the Approximation of PDEs

Sören Bartels, Assistenz: Tatjana Schreiber D/E, 6.0 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:

In jüngster Zeit wurden Methoden des maschinellen Lernens zur Annäherung von Lösungen von partiellen Differentialgleichungen verwendet. Während sie in einigen Fällen zu zu Vorteilen gegenüber klassischen Ansätzen führen, ist ihre generelle Überlegenheit noch weitgehend offen. In diesem Seminar werden wir die wichtigsten Konzepte und jüngsten Entwicklungen besprechen.

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.

Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

	Elective in Data (MScData24) (6.0 ECTS) Mathematisches Seminar (MSc14, BSc21, MScData24) (6.0 ECTS) Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21) (6.0 ECTS)	Mathematische Ergänzung (MEd18) (6.0 ECTS)	Proseminar (2HfB21, BSc21, MEH21, MEB21) (6.0 ECTS)	Wahlmodul (MSc14) (6.0 ECTS) Wahlmodul (Option "Individuelle Studiengestaltung") (2HfB21) (6.0 ECTS)
Für das absolvierte Modul (oder ggf. den Teil des Moduls) gibt es 6 ECTS-Punkte.	✗			✗
PL: Etwa 45- bis 90-minütiger Vortrag.	✗		✗	
SL: Etwa 45- bis 90-minütiger Vortrag.		✗		✗
SL: Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert).	✗	✗	✗	✗

Medical Data Science

Harald Binder D/E, 6.0 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.

Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

	Elective in Data (MScData24) (6.0 ECTS) Mathematisches Seminar (MSc14, BSc21, MScData24) (6.0 ECTS) Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21) (6.0 ECTS)	Mathematische Ergänzung (MEd18) (6.0 ECTS)	Proseminar (2HfB21, BSc21, MEH21, MEB21) (6.0 ECTS)	Wahlmodul (MSc14) (6.0 ECTS) Wahlmodul (Option "Individuelle Studiengestaltung") (2HfB21) (6.0 ECTS)
Für das absolvierte Modul (oder ggf. den Teil des Moduls) gibt es 6 ECTS-Punkte.	✗			✗
PL: Etwa 45- bis 90-minütiger Vortrag.	✗		✗	
SL: Etwa 45- bis 90-minütiger Vortrag.		✗		✗
SL: Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert).	✗	✗	✗	✗

Minimalflächen

Guofang Wang, Assistenz: Xuwen Zhang D/E, 6.0 ECTS
Seminar: Mi, 16–18 Uhr, SR 125, Ernst-Zermelo-Str. 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.

Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

	Mathematische Ergänzung (MEd18) (6.0 ECTS)	Mathematisches Seminar (MSc14, BSc21, MScData24) (6.0 ECTS) Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21) (6.0 ECTS)	Proseminar (2HfB21, BSc21, MEH21, MEB21) (6.0 ECTS)	Wahlmodul (MSc14) (6.0 ECTS) Wahlmodul (MScData24) (6.0 ECTS) Wahlmodul (Option "Individuelle Studiengestaltung") (2HfB21) (6.0 ECTS)
Für das absolvierte Modul (oder ggf. den Teil des Moduls) gibt es 6 ECTS-Punkte.		✗		✗
PL: Etwa 45- bis 90-minütiger Vortrag.		✗	✗	
SL: Etwa 45- bis 90-minütiger Vortrag.	✗			✗
SL: Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert).	✗	✗	✗	✗

Seminar zur algebraischen Topologie

Sebastian Goette, Assistenz: Mikhael Tëmkin D/E, 6.0 ECTS
Seminar: Di, 14–16 Uhr, SR 125, Ernst-Zermelo-Str. 1
Vorbesprechung 16.07., SR 125, Ernst-Zermelo-Str. 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.

Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

	Mathematische Ergänzung (MEd18) (6.0 ECTS)	Mathematisches Seminar (MSc14, BSc21, MScData24) (6.0 ECTS) Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21) (6.0 ECTS)	Proseminar (2HfB21, BSc21, MEH21, MEB21) (6.0 ECTS)	Wahlmodul (MSc14) (6.0 ECTS) Wahlmodul (MScData24) (6.0 ECTS) Wahlmodul (Option "Individuelle Studiengestaltung") (2HfB21) (6.0 ECTS)
Für das absolvierte Modul (oder ggf. den Teil des Moduls) gibt es 6 ECTS-Punkte.		✗		✗
PL: Etwa 45- bis 90-minütiger Vortrag.		✗	✗	
SL: Etwa 45- bis 90-minütiger Vortrag.	✗			✗
SL: Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert).	✗	✗	✗	✗

Theorie der nicht-kommutativen Algebren

Annette Huber-Klawitter, Assistenz: Xier Ren D/E, 6.0 ECTS
Seminar: Fr, 8–10 Uhr, SR 404, Ernst-Zermelo-Str. 1
Voranmeldung
per E-Mail an Ludmilla Frei oder persönlich in Raum 421
Vorbesprechung 15.07., 11 Uhr, SR 318, Ernst-Zermelo-Str. 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.

Verwendbarkeit, Studien- und Prüfungsleistungen:

	Mathematische Ergänzung (MEd18) (6.0 ECTS)	Mathematisches Seminar (MSc14, BSc21, MScData24) (6.0 ECTS) Wahlpflichtmodul Mathematik (BSc21) (6.0 ECTS)	Proseminar (2HfB21, BSc21, MEH21, MEB21) (6.0 ECTS)	Wahlmodul (MSc14) (6.0 ECTS) Wahlmodul (MScData24) (6.0 ECTS) Wahlmodul (Option "Individuelle Studiengestaltung") (2HfB21) (6.0 ECTS)
Für das absolvierte Modul (oder ggf. den Teil des Moduls) gibt es 6 ECTS-Punkte.		✗		✗
PL: Etwa 45- bis 90-minütiger Vortrag.		✗	✗	
SL: Etwa 45- bis 90-minütiger Vortrag.	✗			✗
SL: Regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung (wie in der Prüfungsordnung definiert).	✗	✗	✗	✗