Kommentare zu den Lehrveranstaltungen Mathematik

Sommersemester 2023

Foto: Prof. Dr. Hans Rudolf Lerche

Fakultät für Mathematik und Physik
Mathematisches Institut

Stand: 6. März 2023

Inhaltsverzeichnis

Liebe Studierende der Mathematik,

das kommentierte Vorlesungsverzeichnis bietet Informationen über das Lehrangebot des Mathematischen Instituts im aktuellen Semester. Welche Vorlesungen, Seminare und Übungen Sie belegen können und müssen sowie Informationen zum Studienverlauf entnehmen Sie am besten den Informationsseiten zu den einzelnen Studiengängen, die Sie im Internet unter `https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/` finden. Bitte beachten Sie, dass die Anforderungen in den einzelnen Studiengängen unterschiedlich sein können, in Abhängigkeit von der jeweils gültigen Prüfungsordnung! Informationen zu Prüfungen und zur Prüfungsanmeldung finden Sie auf den Internetseiten des Prüfungsamts.

Hinweise für den Studienanfang

An unserem Institut können Sie Mathematik mit folgenden Zielen studieren:

- **Mathematik-bezogene Ausbildung für Beschäftigungen in Wirtschaft, Industrie, Banken, Forschung, . . . :** Am besten beginnen Sie Ihr Studium mit dem Studiengang *Bachelor of Science in Mathematik* (im Folgenden auch kurz B.Sc. Mathematik). Nach einer Regelstudienzeit von sechs Semestern können Sie den Studiengang *Master of Science in Mathematik* (M.Sc. Mathematik) anschließen.

- **Ausbildung zum Lehramt an Gymnasien:** In diesem Fall beginnen Sie Ihr Studium mit dem Studiengang *Polyvalenter Zwei-Hauptfächer-Bachelor* (im Folgenden auch kurz 2-Hf-Bachelor), in dem Sie neben Mathematik ein zweites Fach studieren. In diesem Studiengang wählen Sie die Lehramtsoption, indem Sie im Optionsbereich die vorgesehenen Module in Bildungswissenschaften und Fachdidaktik belegen. Nach einer Regelstudienzeit von sechs Semestern schließen Sie den Studiengang *Master of Education* (M.Ed.) an.

  Seit dem Wintersemester 2021/22 können Sie Mathematik als drittes Fach in den Studiengängen *Master of Education als Erweiterungsfach* studieren: Entweder in der 90-ECTS-Punkte-Version mit Lehrbefähigung für die Sekundarstufe I oder in der 120-ECTS-Punkte-Version mit Lehrbefähigung für Sekundarstufe I und II.

- Bei Interesse an einer bestimmten Fächerkombination können Sie den *2-Hf-Bachelor* auch ohne Lehramtsoption studieren. Falls sich im Laufe des Studiums ein stärkeres Interesse an Mathematik und der Wunsch einer auf dem Mathematikstudium aufbauenden Beschäftigung ergibt, sollten Sie einen Wechsel in den B.Sc.-Studiengang in Betracht ziehen.

Allgemeine Hinweise zur Planung des Studiums

Spätestens ab Beginn des 3. Semesters sollten Sie die Beratungsangebote des Mathematischen Instituts in Anspruch nehmen (allgemeine Studienberatung des Studiengangkoordinators, Studienfachberatung der einzelnen Abteilungen, Beratung durch Dozentinnen und Dozenten).

Zur sinnvollen Planung Ihres Studiums beachten Sie bitte folgende allgemeine Hinweise:

- **Weiterführende Vorlesungen:** Inwieweit der Stoff weiterführender Vorlesungen als Vorbereitung für Abschlussarbeiten und -prüfungen ausreicht oder ergänzt werden sollte, geht entweder aus den Kommentaren hervor oder muss rechtzeitig mit den Prüferinnen und Prüfern abgesprochen werden. Insbesondere gilt dies für die mündliche Prüfung im Vertiefungsmodul des M.Sc. Eine Liste der Arbeitsgebiete der Professorinnen, Professoren, Privatdozentinnen und Privatdozenten finden Sie auf den Seiten 11/12.

- **Seminare:** Die Teilnahme an Seminaren setzt in der Regel den vorherigen Besuch einer oder mehrerer weiterführender Vorlesungen voraus. Die Auswahl dieser Vorlesungen sollte rechtzeitig erfolgen. Eine Beratung durch Dozentinnen und Dozenten oder Studienberaterinnen und Studienberater der Mathematik erleichtert Ihnen die Auswahl.

Unabhängig hiervon sollten Sie folgende Planungsschritte beachten:

- **B.Sc. Mathematik:**
  Spätestens am Ende des ersten Studienjahrs: Wahl des Anwendungsfaches
  Ende des 3. Semesters: Planung des weiteren Studienverlaufs
  Beginn des 5. Semesters: Wahl geeigneter Veranstaltungen zur Vorbereitung der Bachelor-Arbeit

- **2-Hf-Bachelor:**
  Für den Einstieg in das gymnasiale Lehramt ist die Belegung der Lehramtsoption im Wahlbereich erforderlich. Diese setzt sich zusammen aus einem Fachdidaktikmodul in jedem Fach und einem bildungswissenschaftlichen Modul.
  Das Fachdidaktik-Modul in Mathematik wird von der Abteilung Didaktik der Mathematik für das dritte Studienjahr angeboten (jeweils im Sommer- und im Wintersemester). Das bildungswissenschaftliche Modul besteht aus der Vorlesung „Einführung in die Bildungswissenschaften“ (Mo 14–16 Uhr im Wintersemester, ab erstem Semester möglich), und dem Orientierungspraktikum mit Vor- und Nachbereitung (zwischen Winter- und Sommersemester).

Ihr Studiendekan Mathematik

Verwendbarkeit von Veranstaltungen

Aus der folgenden Tabelle geht hervor, in welchen Modulen aus welchen Studiengängen die im aktuellen Semester angebotenen Veranstaltungen verwendet werden können. 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 Studienberatung.

Bitte beachten Sie:

- Fortgeschrittene Veranstaltungen setzen Vorkenntnisse voraus. Es ist Ihrer Verantwortung überlassen einzuschätzen, ob Sie über ausreichende Vorkenntnisse verfügen oder bereit sind, fehlende Vorkenntnisse nachzuarbeiten. 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 2012 mindestens vier, nach PO 2021 mindestens drei 4-stündige Vorlesungen mit 2-stündigen Übungen (à 9-ECTS-Punkte) absolviert werden. Mindestens eine davon muss aus dem Bereich der Reinen Mathematik stammen. Welche 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.

  Einige Vorlesungen, typischerweise aus dem Bereich der Funktionalanalysis, zählen sowohl zur Reinen als auch zur Angewandten Mathematik.

- Im Groben ergibt sich die Verwendbarkeit von Vorlesungen aus der Einteilung in drei Kategorien:

  Veranstaltungen der **Kategorie I** – das sind im Wesentlichen die Pflichtveranstaltungen des B.Sc. – dürfen im M.Sc. nicht verwendet werden.

  Veranstaltungen der **Kategorie II** sind typische für den B.Sc. geeignete Wahlpflichtveranstaltungen. Sie dürfen im M.Sc. nur in den Modulen „Reine Mathematik“, „Angewandte Mathematik“ und im Wahlmodul verwendet werden, nicht aber im Modul „Mathematik“ und im Vertiefungsmodul. Die im M.Sc. geforderte Studienleistung beinhaltet bei Vorlesungen der Kategorie II auch das Bestehen der Klausur.

  In der Regel sind die Vorlesungen der Kategorie II auch die für das Modul „Mathematische Vertiefung“ im M.Ed. und die für die Option „individuelle Schwerpunktgestaltung“ im 2-Hf-Bachelor geeigneten Veranstaltungen.

  Veranstaltungen der **Kategorie III** sind für den M.Sc. geeignete Wahlpflichtveranstaltungen. Sie dürfen auch in den anderen Studiengängen verwendet werden.

Verwendbarkeit der Mathematik-Veranstaltungen im Sommersemester 2023

Veranstaltung \ Studiengang und Modul	B. Sc. (PO 2021): Pflichtveranstaltung	B. Sc.: Proseminar	B. Sc.: Seminar	B. Sc.: Wahlpflicht 4-stündig	B. Sc.: Wahlpflicht andere	B. Sc.: Wahlbereich	M. Sc.: Reine Mathe.	M. Sc.: Angewandte Mathe.	M. Sc.: Mathematik	M. Sc.: Vertiefungsmodul	M. Sc.: Seminar A / B	M. Sc.: Wahlbereich	2-Hf.-B.: Pflichtveranstaltung*	2-Hf.-B.: Proseminar*	2-Hf.-B.: Prakt. Übung*	2-Hf.-B.: Lehramtsoption*	2-Hf.-B.: andere Option	M. Ed.: Pflichtveranstaltung*	M. Ed.: Math. Ergänzung	M. Ed.: Math. Vertiefung**	M. Ed.: Fachdid. Entwicklung*
Allgemeine Relativitätstheorie				○			●		●	◑		❾					⑨			○	
Analysis II	●						—						●					—			
Analytische Zahlentheorie					⑥		◑		◑	◔		❻					⑥		○		
Bochner-Räume					⑥			◑	◑	◔		❻					⑥		○		
Descriptive Set Theory					⑥		◑		◑	◔		❻					⑥		○		
Didaktik der Funktionen und der Analysis						◑	—						—					●			
Didaktik der Stochastik und der Algebra						◑	—						—					●			
Einführung in die Fachdidaktik der Mathematik	—						—									●		—			
Einführung in die Programmierung für Stud. der Naturwiss.	●						—								●				●		
Elementargeometrie					❻		—						●					—			
Fachdidaktikseminare						④	—						—								●
Finanzmathematik in diskreter Zeit					⑥			◑	◑	◔		❻					⑥		○		
Funktionalanalysis				●			●	●				❾					⑨			○	
Geometrische Maßtheorie				○			●		●	◑		❾					⑨			○	
Kommutative Algebra und Einf. in die alg. Geometrie				●			●		●	◑		❾					❾			●	
Kurven und Flächen				●			●					❾					❾			●	
Lernen durch Lehren						❸						❸					❸	—			
Lie Groups					③		◑		◑	◔		❸					③	—			
Lineare Algebra II	●						—						●					—			
Mathematische Logik				●			●					❾					❾			●	
Mengenlehre – Unabhängigkeitsbeweise				○			●		●	◑		❾					⑨			○	
Modelltheorie II				○			●		●	◑		❾					⑨			○	
Nichtparametrische Statistik					⑥			◑	◑	◔		❻					⑥		○		
Numerical Optimal Control (*mit Projekt*)				○				●	●	◑		❾					⑨			○	
Numerical Optimal Control (*ohne Projekt*)					⑥			◑	◑	◔		❻					⑥		○		
Numerik II	●						—						●+					—			
Numerik für Differentialgleichungen / mit Praktischer Übung					❺/❻			◑				❺/❻					❺/❻				
Praktische Übung Mathematik						❸	—								●		❸		●		
Praktische Übung zu „Numerik“ (*zweisemestrig)*	●						—								●		❸		●		
Praktische Übung zu „Stochastik“						❸	—								●		❸		●		
Proseminar		●					—							●				—			
Rekursionstheorie					⑥		◑		◑	◔		❻					⑥		○		
Riemannsche Geometrie				○			●		●	◑		❾					⑨			○	
Seminare		○	●		❻						●	❻		○			❻		●		
Stochastik II					❺		—						●+					—			
Stochastische partielle Differentialgleichungen				○				●	●	◑		❾					⑨			○	
Topologie				●			●					❾					❾			●	
Wahrscheinlichkeitstheorie				●				●				❾					❾			●	
Wahrscheinlichkeitstheorie III: Stochastische Analysis				○				●	●	◑		❾					⑨			○	
Wissenschaftliches Arbeiten	—								○	◑		⑨	—							●	

● Pflicht oder typisch ◑, ◔ nur als Hälfte bzw. Viertel des Moduls (im MSc nur nach Absprache) ○ möglich (Vorkenntnisse beachten!)
Zahl = Anzahl der ECTS-Punkte * gilt auch für M.Ed. als Erweiterungsfach (* für 90 und 120 ECTS-Punkte / + nur für 120 ECTS-Punkte)

Arbeitsgebiete für Abschlussarbeiten

Die folgende Liste soll einen Überblick geben, aus welchen Gebieten die Professorinnen, Professoren und Privatdozenten des Mathematischen Instituts zur Zeit Themen für Examensarbeiten vergeben. Die Angaben sind allerdings sehr global; für genauere Informationen werden persönliche Gespräche empfohlen.

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 Martin-Pizarro:
Mathematische Logik, insbesondere Modelltheorie

Prof. Dr. Heike Mildenberger:
Mathematische Logik, darin insbesondere: Mengenlehre und unendliche Kombinatorik

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

Nähere Beschreibungen der Arbeitsgebiete finden Sie auf der Internet-Seite
https://www.math.uni-freiburg.de/forschung/index.html

Informationen zum Vorlesungsangebot in Straßburg im akademischen Jahr 2022/2023

In **Straßburg** gibt es ein großes Institut für Mathematik. Es ist untergliedert in eine Reihe von Équipes, siehe:

https://irma.math.unistra.fr/

Seminare und Arbeitsgruppen (groupes de travail) werden dort angekündigt. Grundsätzlich stehen alle dortigen Veranstaltungen im Rahmen von **EUCOR** allen Freiburger Studierenden offen. Credit Points können angerechnet werden. Insbesondere eine Beteiligung an den Angeboten des M2 (zweites Jahr Master, also fünftes Studienjahr) ist hochwillkommen. Je nach Vorkenntnissen sind sie für Studierende ab dem 3. Studienjahr geeignet.

Programme Master 2. Mathématique fondamentale. Année 2022/2023 EDP et apprentissage

https://irma.math.unistra.fr/linstitut/attachments/m2_edp_apprentissage_abstracts.pdf

Premier trimestre.

1. Contrôle optimal et apprentissage (Yannick Privat, Zakaria Belhachmi)
2. EDP d'évolution non linéaires (Raphaël Côte, Clémentine Courtès)

Deuxième trimestre.

1. Méthodes géométriques pour les EDP/ODE (Joubine Aghili, Victor Michel Dansac)
2. Réduction de dimension pour les EDP (Christophe Prudhomme, Emmanuel Franck)
3. Limite hydrodynamique de systèmes de particules (Laurent Navoret, Xiaolin Zeng)

Termine: Die erste Vorlesungsperiode ist Ende September bis Mitte Dezember, die zweite Januar bis April. Eine genauere Terminplanung wird es erst im September geben. Die Stundenpläne sind flexibel. In der Regel kann auf die Bedürfnisse der Freiburger eingegangen werden. Einzelheiten sind durch Kontaktaufnahme vor Veranstaltungsbeginn zu erfragen.

Fahrtkosten können im Rahmen von EUCOR bezuschusst werden. Am schnellsten geht es mit dem Auto, eine gute Stunde. Für weitere Informationen und organisatorische Hilfen stehen gerne zur Verfügung:

Ansprechpartnerin in Freiburg: **Prof. Dr. Annette Huber-Klawitter**
annette.huber@math.uni-freiburg.de

Ansprechpartner in Straßburg: **Prof. Carlo Gasbarri**, Koordinator des M2
gasbarri@math.unistra.fr

oder die jeweils auf den Webseiten genannten Kursverantwortlichen.

1. Vorlesungen

Vorlesung:	**Elementargeometrie**
Dozentin:	**Prof. Dr. Annette Huber-Klawitter**
Zeit/Ort:	**Fr 8–10 Uhr, HS Weismann-Haus, Albertstr. 21a**
Übungen:	**2-std. n.V.**
Assistenz:	**Pedro Núñez, M.Sc.**
Web-Seite:	https://home.mathematik.uni-freiburg.de/arithgeom/lehre.html

Inhalt:

In der Vorlesung soll eine Einführung in die Elementargeometrie im euklidischen und nicht-euklidischen Raum und deren mathematischen Grundlagen gegeben werden. Als Beispiele von Inzidenzgeometrien lernen wir die euklidische, hyperbolische und projektive Geometrie kennen und studieren deren Symmetriegruppen.
Hauptthema danach ist die axiomatische Charakterisierung der euklidischen Ebene. Im Zentrum steht die Geschichte des fünften Euklidischen Axioms (und die Versuche, es los zu werden).

Literatur:

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

ECTS-Punkte:	6 Punkte
Verwendbarkeit:	Pflichtmodul im 2-Hf-Bachelor; Wahlpflichtmodul im B.Sc. Nicht verwendbar im M.Sc.- und im M.Ed.-Studiengang.
Notwendige Vorkenntnisse:	Lineare Algebra
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.

Vorlesung:	**Stochastik II**
Dozent:	**JProf. Dr. David Criens**
Zeit/Ort:	**Fr 10–12 Uhr, HS Weismann-Haus, Albertstr. 21a**
Übungen:	**2-std. n. V.**
Assistenz:	**Timo Enger, M.Sc.**
Web-Seite:	https://www.stochastik.uni-freiburg.de/lehre/ss-2023/vorlesung-stochastik-2-ss-2023

Inhalt:

Nachdem Sie in Stochastik I einen elementaren Einblick in verschiedene Fragestellungen der Wahrscheinlichkeitstheorie erhalten haben, ist das Ziel dieser Vorlesung Ihnen fundamentale Ideen der mathematischen Statistik näher zu bringen. Die Vorlesung richtet sich hierbei besonders (aber nicht ausschließlich) an Studierende des Lehramts an Gymnasien.

Inhaltlich besprechen wir zunächst, wie Sie ein statistisches Modell mathematisch formulieren. Später werden wir Schätzer, das Maximum-Likelihood-Prinzip und die Konzepte der Erwartungstreue und Konsistenz besprechen. Ausserdem lernen Sie Konfidenzbereiche, Hypothesentests und Exponentialfamilien kennen.

Die Teilnahme am Übungsbetrieb wird allen Vorlesungsteilnehmenden sehr empfohlen.

Literatur:

1.) H.-O. Georgii: *Stochastik* (4. Auflage), De Gruyter, 2009.

ECTS-Punkte:	5 Punkte im B.Sc. (PO 2021), sonst zusammen mit Stochastik I 9 Punkte
Verwendbarkeit:	Wahlmodul im B.Sc. nach PO 2021; Pflichtveranstaltung im B.Sc. nach PO 2012, im 2-Hf-Bachelor und im „M.Ed. als Erweiterungsfach mit 120 ECTS-Punkten“; Wahlpflichtmodul im B.Sc. nach PO 2021. Nicht verwendbar im M.Sc. und im M.Ed.
Notwendige Vorkenntnisse:	Analsis I–II, Stochastik I
Nützliche Vorkenntnisse:	Analysis III
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.

Vorlesung:	**Allgemeine Relativitätstheorie**
Dozentin:	**Prof. Dr. Nadine Große**
Zeit/Ort:	**Di, Do 10–12 Uhr, SR 404, Ernst-Zermelo-Str. 1**
Übungen:	**2-std. n. V.**
Assistenz:	**Marius Amann, M.Sc.**
Web-Seite:	http://home.mathematik.uni-freiburg.de/ngrosse

Inhalt:

Die allgemeine Relativitätstheorie (ART) soll die Wechselwirkung von Materie mit Raum und Zeit beschreiben und erweitert das Gravitationsgesetz von Newton und die spezielle Relativitätstheorie. Sie wurde 1915 von Einstein entwickelt und fasst Gravitation als geometrische Eigenschaft einer vierdimensionalen Mannigfaltigkeit – der Raumzeit – auf.

Über den Weg der speziellen Relativitätstheorie werden wir uns mit den Einsteingleichungen befassen. Wir werden einige spezielle Lösungen kennenlernen – dazu gehören auch schwarze Löcher. Wir werden sowohl geometrische als auch analytische Eigenschaften dieser Lösungen untersuchen.

Des Weiteren werden wir die mathematische Beschreibung einiger wichtiger Tests der ART – von der Lichtablenkung über die Periheldrehung zu den Gravitationswellen – kennenlernen sowie wichtige kosmologische Modelle und ihre Eigenschaften.

In der zweiten Hälfte der Vorlesung wollen wir uns vermehrt analytischen Problemen für Lorentzmannigfaltigkeiten stellen, wie Cauchy-Entwicklungen, Horizonten und Singularitäten.

Literatur:

1.) C. W. Misner, K.S. Thorne, J. A. Wheeler: *Gravitation*, W. H. Freeman and Co., 1973 (1. Auflage), Princeton University Press, 2017 (aktuelle Auflage).
2.) B. O'Neill: *Elementary Differential Geometry* (Revised 2nd Edition), Academic Press, 2006.
3.) R. M. Wald: *General Relativity*, University of Chicago Press, 1984.
4.) S. Weinberg: *Gravitation and Cosmology: Principles and Applications of the General Theory of Relativity*, Wiley, 1972.

ECTS-Punkte:	9 Punkte
Verwendbarkeit:	Reine Mathematik; Kategorie III
Notwendige Vorkenntnisse:	Analysis I–II, Mehrfachintegrale (z. B. aus Analysis II oder III oder Erweiterung der Analysis)
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.
Bemerkung:	Differentialgeometrie wird nicht vorausgesetzt. Interesse an Physik und einige Grundkenntnisse darin sind hilfreich.

Vorlesung: **Funktionalanalysis**

Dozent: **Prof. Dr. Michael Růžička**

Zeit/Ort: **Mo, Mi 10–12, HS II, Albertstr. 23b**

Übungen: **2-std. n. V.**

Assistenz: **Dr. Alexei Gazca**

Web-Seite: https://aam.uni-freiburg.de/lehre/index.html

Inhalt:

Die Funktionalanalysis verallgemeinert Methoden und Begriffe aus der Analysis und der linearen Algebra auf unendlich-dimensionale Vektorräume, auf denen ein Konvergenzbegriff gegeben ist (z. B. eine Norm oder eine Metrik). Insbesondere werden Abbildungen zwischen solchen Räumen untersucht. Besonders angestrebt werden Ergebnisse, die sich auf konkrete Funktionenräume (z. B. $L^2(\Omega), C(\overline{\Omega})$) anwenden lassen. In der Vorlesung werden die notwendigen Grundlagen detailliert behandelt und an konkreten Problemen illustriert. Die in der Vorlesung dargestellten Prinzipien sind für viele weiterführende Vorlesungen hilfreich.

Literatur:

1.) H. Brezis: *Functional Analysis, Sobolev Spaces and Partial Differential Equations*, Springer Universitext, 2011.
2.) H. W. Alt: *Lineare Funktionalanalysis* (6. Auflage), Springer 2012.

ECTS-Punkte:	9 Punkte
Verwendbarkeit:	Angewandte oder Reine Mathematik; Kategorie III
Notwendige Vorkenntnisse:	Analysis und Lineare Algebra
Folgeveranstaltungen:	Nichtlineare Funktionalanalysis
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.

Vorlesung:	**Geometrische Maßtheorie**
Dozent:	**Prof. Dr. Ernst Kuwert**
Zeit/Ort:	**Mo, Mi 10–12 Uhr, SR 404, Ernst-Zermelo-Str. 1**
Übungen:	**2-std. n. V.**
Assistenz:	**N. N.**
Web-Seite:	https://home.mathematik.uni-freiburg.de/analysis/

Inhalt:

Die Minimierung des Flächeninhalts bei gegebenem Rand ist ein klassisches Problem. Auch in der Physik von Trennflächen spielen Oberflächenterme eine zentrale Rolle. Die Geometrische Maßtheorie bietet einen Zugang zu solchen Variationsproblemen, indem sie den Begriff der Untermannigfaltigkeit durch maßtheoretische Konzepte (*varifold*, *current*) verallgemeinert. Damit können Flächen mit Singularitäten erfasst werden. Vor allem aber gelten in diesen Klassen Kompaktheitssätze, die für die Lösung von Optimierungsproblemen wesentlich sind. Die Vorlesung orientiert sich an dem Buch von L. Simon und wird vorrangig varifolds betrachten. Die Vorlesung richtet sich an Studierende mit Interesse an Analysis, Differentialgeometrie oder Angewandter Mathematik.

Literatur:

1.) L. Simon: *Lectures on Geometric Measure Theory*, Proceedings Centre Mathematical Analysis, Australian National University, Volume 3, 1983.
2.) L. C. Evans, R. F. Gariepy: *Measure Theory and Fine Properties of Functions* (Revised Edition), CRC Press, 2015.

ECTS-Punkte:	9 Punkte
Verwendbarkeit:	Reine Mathematik; Kategorie III
Notwendige Vorkenntnisse:	Analysis III
Nützliche Vorkenntnisse:	Lineare Funktionalanalysis
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.

Vorlesung:	**Kommutative Algebra und Einführung in die algebraische Geometrie**
Dozent:	**Prof. Dr. Stefan Kebekus**
Zeit/Ort:	**Di, Do 8–10 Uhr, HS II, Albertstr. 23b**
Übungen:	**2-std. n. V.**
Assistenz:	**Dr. Andreas Demleitner**
Web-Seite:	https://cplx.vm.uni-freiburg.de/de/teaching/

Inhalt:

Kommutative Algebra ist eine allgemeinere Version der linearen Algebra über kommutativen Ringen statt über Körpern. Der Begriff des Moduls ersetzt den des Vektorraums. Weite Teile von Geometrie und Analysis verwenden diese Konzepte, die Hauptanwendungsgebiete sind jedoch Zahlentheorie und algebraische Geometrie. Wir werden die formale Theorie daher mit einem der wichtigsten Anwendungsfälle kombinieren und gleichzeitig die Grundlagen der algebraischen Geometrie erarbeiten.
Algebraische Varietäten sind Lösungsmengen polynomialer Gleichungssysteme. Dies sind geometrische Objekte, die wir mit algebraischen Methoden studieren. Die Theorie der affinen Varietäten entspricht der Theorie der Ideale in Polynomringen mit endlich vielen Variablen. Damit ist der Bogen zur kommutativen Algebra gespannt. Parallel zur Vorlesung wird von uns ein Seminar angeboten, das den Bezug zur Geometrie vertieft.

Literatur:

1.) M. F. Atiyah, I. G. MacDonald: *Introduction to Commutative Algebra*, Addison-Wesley, 1969.
2.) D. Mumford: *The Red Book of Varieties and Schemes* (Second Edition), Springer, 1999.
3.) I. R. Shafarevich: *Basic Algebraic Geometry 1,2* (Third Edition), Springer, 2013.
4.) D. Eisenbud: *Commutative Algebra with a View Toward Algebraic Geometry*, Springer, 1995.
5.) W. Fulton: *Algebraic Curves*, 2008, verfügbar unter https://dept.math.lsa.umich.edu/~wfulton/CurveBook.pdf.

ECTS-Punkte:	9 Punkte
Verwendbarkeit:	Reine Mathematik; Kategorie III
Notwendige Vorkenntnisse:	Lineare Algebra I–II
Nützliche Vorkenntnisse:	Algebra und Zahlentheorie
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.

Vorlesung:	**Kurven und Flächen**
Dozent:	**Prof. Dr. Guofang Wang**
Zeit/Ort:	**Di, Do 10–12 Uhr, HS Weismann-Haus, Albertstr. 21a**
Übungen:	**2-std. n.V.**
Assistenz:	**Christine Schmidt, M.Sc.**
Web-Seite:	https://home.mathematik.uni-freiburg.de/analysis/

Inhalt:

Es wird eine Einführung in die klassische Differentialgeometrie im Euklidischen Raum gegeben. Im Vordergrund steht dabei die Frage, was die Krümmung einer Kurve bzw. Fläche ist und welche geometrische Bedeutung sie für die Kurve bzw. Fläche als Ganzes hat. Entlang der Theorie werden zahlreiche Beispiele behandelt.

Literatur:

1.) C. Bär: *Elementare Differentialgeometrie* (2. Auflage), De Gruyter, 2010.
2.) M. P. do Carmo: *Differential Geometry of Curves and Surfaces* (Second Edition), Dover Publications, 2016.
3.) J.-H. Eschenburg, J. Jost: *Differentialgeometrie und Minimalflächen* (3. Auflage), Springer, 2014.

ECTS-Punkte:	9 Punkte
Verwendbarkeit:	Reine Mathematik; Kategorie II
Notwendige Vorkenntnisse:	Analysis I–II, Lineare Algebra I–II
Nützliche Vorkenntnisse:	Analysis III
Folgeveranstaltungen:	Minimalflächen (Vorlesung oder Seminar)
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.

Vorlesung:	**Mathematische Logik**
Dozent:	**PD Dr. Markus Junker**
Zeit/Ort:	**Mo, Mi 14–16 Uhr, HS II, Albertstr. 23b**
Übungen:	**2-std. n.V.**
Assistenz:	**Charlotte Bartnick, M.Sc.**
Web-Seite:	https://home.mathematik.uni-freiburg.de/bartnick/lehre/SoSe23/index.html

Inhalt:

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

Literatur:

1.) R. Cori, D. Lascar: *Logique mathématique* (tomes I,II), Masson, 1994.
Englische Version: *Mathematical Logic: A Course with Exercises Part I,II*, Oxford University Press, 2000/2001.
2.) H.-D. Ebbinghaus, J. Flum, W. Thomas: *Einführung in die mathematische Logik* (6. Auflage), Springer Spektrum, 2018.
3.) M. Ziegler: *Mathematische Logik* (2. Auflage), Birkhäuser, 2017.

ECTS-Punkte:	9 Punkte
Verwendbarkeit:	Reine Mathematik; Kategorie II
Notwendige Vorkenntnisse:	Grundlegende Mathematikkenntnisse aus Erstsemestervorlesungen
Folgeveranstaltungen:	Mengenlehre und Modelltheorie
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.

Vorlesung:	**Mengenlehre – Unabhängigkeitsbeweise**
Dozentin:	**Prof. Dr. Heike Mildenberger**
Zeit/Ort:	**Di, Do 10–12 Uhr, HS II, Albertstr. 23b**
Übungen:	**2-std. n. V.**
Assistenz:	**Christian Bräuninger, M.Sc.**
Web-Seite:	http:/home.mathematik.uni-freiburg.de/mildenberger/veranstaltungen/ss23/mengenlehre.html

Inhalt:

Wie zeigt man, dass man etwas nicht beweisen kann? Genauer: Wie zeigt man, dass eine Aussage aus bestimmten Axiomen nicht folgt?
Zu Beginn der Vorlesung steht eine kurze Vorstellung der gängigsten Axiomensysteme der Mathematik: Das Zermelo-Fraenkel'sche System mit Auswahlaxiom (ZFC) und das Axiomensystem von von Neumann, Bernays und Gödel (NBG). Die Axiome prägen unsere Auffassung von den möglichen definierbaren oder vielleicht weniger konstruktiv gegebenen mathematischen Objekten. Allerdings zeichnen sie kein vollständiges Bild eines einzigen mathematischen Universums. Die Liste der herleitbaren mathematischen Aussagen ist unvollständig: Für manche φ ist weder φ noch sein Negat aus ZFC beweisbar. Man sagt „φ ist unabhängig von ZFC“. Die bekannteste von ZFC unabhängige Aussage ist die Kontinuumshypothese, die besagt, dass es genau $\aleph_1$ reelle Zahlen gibt.
Die Vorlesung führt in die Technik der Unabhängigkeitsbeweise ein. Nach ersten einfachen Forcings zur Kardinalzahlexponentiation werden wir ZF-Modelle ohne Auswahlaxiom und iterierte Forcings (z. B. zum Nachweis der relativen Konsistenz von Martins Axiom) kennenlernen. Es gibt ein Skript.

Literatur:

1.) H.-D. Ebbinghaus: *Einführung in die Mengenlehre* (5. Auflage), Springer, 2021.
2.) P. Eklof, A. Mekler: *Almost Free Modules* (Revised Edition), North-Holland, 2002.
3.) L. J. Halbeisen: *Combinatorial Set Theory. With a Gentle Introduction to Forcing* (Second Edition), Springer, 2017.
4.) T. Jech: *Set Theory. The Third Millenium Edition, revised and expanded*, Springer, 2003.
5.) K. Kunen: *Set Theory. An Introduction to Independence Proofs*, North-Holland, 1980.
6.) K. Kunen: *Set Theory* (Second Edition), College Publications, 2011.
7.) S. Shelah: *Proper and Improper Forcing* (Second Edition), Cambridge University Press, 2017.

ECTS-Punkte:	9 Punkte
Verwendbarkeit:	Reine Mathematik; Kategorie III
Notwendige Vorkenntnisse:	Grundvorlesungen
Nützliche Vorkenntnisse:	Mathematische Logik
Folgeveranstaltungen:	Wenn gewünscht, Seminar
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.

Vorlesung: **Modelltheorie II**

Dozent: **Prof. Dr. Amador Martin-Pizarro**

Zeit/Ort: **Di, Do 12–14 Uhr, HS II, Albertstr. 23b**

Übungen: **2-std. n.V.**

Assistenz: **Dr. Francesco Gallinaro**

Web-Seite: https://logik.mathematik.uni-freiburg.de/lehre/

Inhalt:

Der Beweis von Baldwin-Lachlan zum Satz von Morley führt zum Begriff der (ω-)Stabilität hin, welche im Kern zahlreicher Anwendungen der sogenannten geometrischen Modelltheorie auf die Algebra und die Zahlentheorie liegt.
In dieser Veranstaltung werden wir den Morleyrang einführen, welcher für ω-stabile Theorien eine sinnvolle Dimensionsfunktion darstellt. Wir werden damit den Satz von Macintyre zeigen: Ein unendliche Körper, dessen Theorie ω-stabil ist, ist algebraisch abgeschlossen. Hierfür müssen wir ω-stabile Gruppen sowie generische Typen und imaginäre Elemente einführen. Unter anderem werden wir den Satz von Reineke beweisen, aus welchem folgt, dass eine zusammenhängende ω-stabile Gruppe vom Rang 1 abelsch sein muss.
Zum Verständnis der algebraischen Begriffe, welche in dieser Veranstaltung vorkommen, werden nur Teile der Vorlesung „Algebra und Zahlentheorie“, aber keine weiteren fortgeschrittenen Veranstaltungen aus der Kommutativen Algebra benötigt.

Literatur:

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

---

ECTS-Punkte:	9 Punkte
Verwendbarkeit:	Reine Mathematik; Kategorie III
Notwendige Vorkenntnisse:	Algebra und Zahlentheorie; Modelltheorie
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.

Vorlesung:	**Numerical Optimal Control in Science and Engineering**
Dozent:	**Prof. Dr. Moritz Diehl**
Zeit/Ort:	**online lecture**
Übungen:	**Di 14–16 Uhr, HS II, Albertstr. 23b** **(Q&A und Übungsstunde in wöchentlichem Wechsel)**
Assistenz:	**Armin Nurkanović, M.Sc.**
Web-Seite:	http://syscop.de/teaching

Content:

The aim of the course is to give an introduction into 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 Numerical Optimization
- Rehearsal of Parameter Estimation
- 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
- Differential Algebraic Equations
- Periodic 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.

Literature:

1.) M. Diehl, S. Gros: *Numerical Optimal Control*, lecture notes, available at https://www.syscop.de/files/2017ss/NOC/script/book-NOCSE.pdf
2.) L. T. Biegler: *Nonlinear Programming*, SIAM, 2010.
3.) J. Betts: *Practical Methods for Optimal Control and Estimation Using Nonlinear Programming*, SIAM, 2010.

ECTS-Punkte:	nur Vorlesung und Übungen: 6 Punkte; mit Projekt: 9 Punkte
Verwendbarkeit:	Angewandte Mathematik; Kategorie III
Notwendige Vorkenntnisse:	Analysis I–II, Lineare Algebra I–II
Nützliche Vorkenntnisse:	Einführung in die Numerik, Gewöhnliche Differentialgleichungen, Numerical Optimization
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.
Bemerkung:	Kurssprache ist Englisch

Vorlesung:	**Riemannsche Geometrie**
Dozent:	**Dr. Christian Ketterer**
Zeit/Ort:	**Mo, Mi 12–14 Uhr, SR 404, Ernst-Zermelo-Str. 1**
Übungen:	**2-std. n. V.**
Tutorium:	**Jan Metsch, M.Sc.**
Web-Seite:	http://home.mathematik.uni-freiburg.de/ketterer/riem_geom_home

Inhalt:

Das Thema der Vorlesung ist die Riemannsche Geometrie, d. h. die innere Geometrie gekrümmter, höherdimensionaler Räume, ausgestattet mit einer Riemannschen Metrik, die es erlaubt, Abstände zwischen Punkten und Winkel zu definieren. Es werden zunächst wichtige Grundbegriffe eingeführt: Levi-Civita Zusammenhang, Parallelverschiebung, Geodätische, Distanzfunktion, Krümmungstensor, Schnittkrümmung und Ricci-Krümmung. Anschließend behandelt die Vorlesung die Beziehung zwischen Krümmung, dem Verlauf von Geodätischen und der globalen Struktur des Raums. Von großer Bedeutung sind Vergleichs- und Starrheitssätze. Hierzu gehören zum Beispiel der Satz von Bonnet-Myers, der Rauchsche Vergleichssatz und der Satz von Bishop-Gromov.
Der Kurs kann als Grundlage für eine vertiefende Vorlesung oder ein Seminar aus dem Bereich der Geometrischen Analysis oder der Differentialgeometrie dienen.

Literatur:

1.) M. P. Do Carmo: *Riemannian Geometry*, Birkhäuser, 1992.
2.) J. Cheeger, D. G. Ebin: *Comparison Theorems in Riemannian Geometry* (Reprint), AMS Chelsea Publishing, 2008.

ECTS-Punkte:	9 Punkte
Verwendbarkeit:	Reine Mathematik; Kategorie III
Notwendige Vorkenntnisse:	Differentialgeometrie I
Nützliche Vorkenntnisse:	Analysis III, Kurven und Flächen
Folgeveranstaltungen:	Geometrische Analysis
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.

Vorlesung:	**Stochastische partielle Differentialgleichungen**
Dozent:	**Prof. Dr. Angelika Rohde**
Zeit/Ort:	**Mo, Mi 14–16 Uhr, SR 404, Ernst-Zermelo-Str. 1**
Übungen:	**2-std. n. V.**
Assistenz:	**Dr. Johannes Brutsche**
Web-Seite:	https://www.stochastik.uni-freiburg.de/lehre/ss-2023/vorlesung-stochastische-partielle-differentialgleichungen-ss-2023

Inhalt:

Diese Vorlesung beinhaltet eine systematische und in sich geschlossene Einführung in die spannende und elegante Theorie der stochastischen Evolutionsgleichungen in unendlichdimensionalen Räumen. Dies beinhaltet insbesondere eine Darstellung der wesentlichen Eigenschaften von Wahrscheinlichkeitsmaßen auf separablen Banach- und Hilberträumen sowie der dazugehörigen Integrationstheorie zur Definition des Erwartungswerts Banachraumwertiger Zufallsvariablen. Als zweiten zentralen Teil behandeln wir Existenz- und Eindeutigkeitsresultate von stochastischen partiellen Differentialgleichungen und untersuchen qualitative Eigenschaften ihrer Lösungen. Bekannte Beispiele solcher Gleichungen sind z. B. die stochastische Wellen- oder Schrödingergleichung.

Auf Grundlage dieser Vorlesung können Masterarbeitsthemen vergeben werden, insbesondere auch zu statistischer Theorie der SPDEs, die ein noch junges, aber stark wachsendes Forschungsfeld darstellt.

Literatur:

1.) G. Da Prato, J. Zabczyk: *Stochastic Equations in Infinite Dimensions* (Second Edition), Cambridge University Press, 2014.
2.) W. Liu, M. Röckner: *Stochastic Partial Differantial Equations: An Introduction*, Springer Universitext, 2015.

ECTS-Punkte:	9 Punkte
Verwendbarkeit:	Angewandte Mathematik; Kategorie III
Notwendige Vorkenntnisse:	Wahrscheinlichkeitstheorie II – Stochastische Prozesse *oder* Wahrscheinlichkeitstheorie und Funktionalanalysis
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.

Vorlesung:	**Topologie**
Dozent:	**Prof. Dr. Sebastian Goette**
Zeit/Ort:	**Di, Do 12–14 Uhr, HS Weismann-Haus, Albertstr. 21a**
Übungen:	**2-std. n.V.**
Assistenz:	**Dr. Jonas Schnitzer**
Web-Seite:	https://home.mathematik.uni-freiburg.de/geometrie/lehre/ss2023/Topologie/

Inhalt:

Wir vertiefen die topologischen Grundkenntnisse aus den Analysis-Vorlesungen. In einem ersten Teil geht es um die wichtigsten Konstruktionen und Eigenschaften topologischer Räume, wie sie in vielen Gebieten der Mathematik von der Funktionalanalysis bis hin zur Logik und Modelltheorie eine Rolle spielen.
Der zweite Teil ist eine Einführung in Homotopien, Überlagerungen und die Fundamentalgruppe. Diese Begriffe spielen eine Rolle vor allem in der Funktionentheorie und der Geometrie.
Außerdem lernen wir abstraktere Konzepte wie Kategorien, Funktoren und universelle Eigenschaften anhand von Konstruktionen aus der Topologie kennen.

Literatur:

1.) K. Jänich: *Topologie* (8. Auflage), Springer, 2005.
2.) B. v. Querenburg: *Mengentheoretische Topologie* (3. Auflage), Springer, 2001.
3.) L. A. Steen, J. A. Seebach: *Counterexamples in Topology* (Second Edition), Spinger, 1978.
4.) S. Goette: *Topologie, Algebraische Topologie I-II,* Kap. 1, 2, 2019–2020, verfügbar unter https://home.mathematik.uni-freiburg.de/goette/Skripten/ht.pdf

ECTS-Punkte:	9 Punkte
Verwendbarkeit:	Reine Mathematik; Kategorie II
Notwendige Vorkenntnisse:	Analysis I–II
Folgeveranstaltungen:	Algebraische Topologie
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.

Vorlesung:	**Wahrscheinlichkeitstheorie**
Dozent:	**Prof. Dr. Thorsten Schmidt**
Zeit/Ort:	**Mo, Mi 12–14 Uhr, HS II, Albertstr. 23 b**
Übungen:	**2-std. n. V.**
Assistenz:	**Moritz Ritter, M.Sc.**
Web-Seite:	https://www.stochastik.uni-freiburg.de/lehre/ss-2023/vorlesung-wahrscheinlichkeitstheorie-ss-2023

Inhalt:
In dieser Vorlesung wird der erste Grundstein für eine systematische Behandlung zufälliger Phänomene gelegt.
Ziel ist es, Methoden der stochastischen Modellbildung und Analyse zu entwickeln sowie die klassischen Grenzwertsätze herzuleiten. Darüber hinaus wird der überaus wichtige Begriff von Martingalen allgemein studiert und ein erster Blick auf stochastische Prozesse geworfen. Vorkenntnisse aus der Vorlesung Analysis III sind hilfreich, jedoch nicht Voraussetzung.
Die Kenntnisse aus dieser Vorlesung sind die Grundlage für spätere Spezialvorlesungen bzw. Seminare aus dem Bereich der Stochastik und Finanzmathematik.

Literatur:

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

ECTS-Punkte:	9 Punkte
Verwendbarkeit:	Angewandte Mathematik; Kategorie II
Notwendige Vorkenntnisse:	Stochastik I
Nützliche Vorkenntnisse:	Analysis III
Folgeveranstaltungen:	Wahrscheinlichkeitstheorie II – Stochastische Prozesse (im WS 2023/24); Wahrscheinlichkeitstheorie III – Stochastische Integration und Finanzmathematik, Mathematische Statistik, Finanzmathematik in diskreter Zeit, Künstliche Intelligenz und maschinelles Lernen.
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.
Bemerkung:	Stochastik-Interesierte können ergänzend parallel die Vorlesung „Stochastik II“ hören.

Vorlesung: **Wahrscheinlichkeitstheorie III – Stochastische Analysis**

Dozent: **Prof. Dr. Peter Pfaffelhuber**

Zeit/Ort: **Online mittels Videos**

Übungen: **2-std. n.V. in Präsenz**

Assistenz: **Jakob Stiefel, M.Sc.**

Web-Seite: https://www.stochastik.uni-freiburg.de/lehre/ss-2023/vorlesung-wahrscheinlichkeitstheorie3-ss-2023

Inhalt:

Die Veranstaltung schließt an die Vorlesung „Wahrscheinlichkeitstheorie II: Stochastische Prozesse“ aus dem WS 2022/23 an. Ein zentrales Thema sind stochastische Integrale der Form $\int H_s \, dW_s$, wobei $(H_t)_{t\geq 0}$ ein adaptierter Prozess und $(W_t)_{t\geq 0}$ eine Brown'sche Bewegung ist. Darauf aufbauend werden die Itô-Formel und stochastische Differentialgleichungen behandelt. Ebenso werden wir einige Anwendungen der vorgestellten Theorie besprechen.

Literatur:

1.) O. Kallenberg: *Foundations of Modern Probabilty* (Third Edition), Springer, 2021.
2.) A. Klenke: *Wahrscheinlichkeitstheorie* (4. Auflage), Springer, 2020.
3.) P. Protter: *Stochastic Integration and Differential Equations* (Second Edition, Version 2.1), Springer, 2005.

ECTS-Punkte: 9 Punkte
Verwendbarkeit: Angewandte Mathematik; Kategorie III
Notwendige Vorkenntnisse: Wahrscheinlichkeitstheorie II – Stochastische Prozesse
Studien-/Prüfungsleistung: Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.

Vorlesung:	**Analytische Zahlentheorie**
Dozentin:	**Dr. Ksenia Fedosova**
Zeit/Ort:	**Mi 12–14 Uhr, SR 226, Hermann-Herder-Str. 10**
Übungen:	**2-std. n.V.**
Assistenz:	**N.N.**
Web-Seite:	https://home.mathematik.uni-freiburg.de/fedosova/ss2023/azt.html

Inhalt:

Die analytische Zahlentheorie ist ein Teil der Zahlentheorie, der Techniken aus der Analysis verwendet, um Probleme mit ganzen Zahlen zu lösen. Als Beispiel zeigt dieser Teil, dass die Verteilung von Primzahlen eng mit einer komplexen Funktion namens Riemann-Zeta-Funktion verbunden ist.
In diesem Kurs lernen Sie arithmetische Funktionen, Dirichlet-Reihen, die Riemann-Zeta-Funktion und Dirichlet-L-Funktionen kennen. Wir werden diese verwenden, um den Primzahlsatz zu beweisen. Wenn es die Zeit erlaubt, studieren wir Maryna Viazovskas Beweis der optimalen Kugelpackung in 8 Dimensionen.

Literatur:

1.) H. Iwaniec, E. Kowalski: *Analytic Number Theory*, Colloquium Publications 53, AMS, 2004.
2.) T. M. Apostol: *Introduction to Analytic Number Theory*, Springer, 1976.

ECTS-Punkte:	6 Punkte
Verwendbarkeit:	Reine Mathematik; Kategorie III
Notwendige Vorkenntnisse:	Analysis I–II, Lineare Algebra I–II
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.

Vorlesung: **Bochner-Räume**

Dozent: **Dr. Alex Kaltenbach**

Zeit/Ort: **Mo, Mi 14–16 Uhr, SR 226, Hermann-Herder-Str. 10**

Übungen: **2-std. n.V.**

Assistenz: **N.N.**

Web-Seite: https://aam.uni-freiburg.de/mitarb/kaltenbach/bochner.html

---

Inhalt:

Eine naheliegende Verallgemeinerung von reellen Funktionen $f\colon I \subseteq \mathbb{R} \to \mathbb{R}$ sind Funktionen $v\colon I \to V$ mit Werten in einem allgemeinen Banachraum V. Bochner-Räume $L^p(I;V)$ können zunächst als Abstraktion der in Analysis III definierten Lebesgue-Räume $L^p(I;\mathbb{R})$ aufgefasst werden. Es zeigt sich aber andererseits auch, dass Bochner-Räume den geeigneten Rahmen für die mathematische Behandlung einer Vielzahl instationärer partieller Differentialgleichungen bilden. Exemplarisch seien die Navier-Stokes-Gleichungen aus der Theorie inkompressibler, viskoser Flüssigkeiten erwähnt, deren mathematische Behandlung sicheren Umgang mit Bochner-Räumen verlangt.
Wir wollen in dieser Vorlesung daher grundlegende Techniken und Resultate wie z. B. Bochner-Messbarkeit, Dualräume, die verallgemeinerte Zeitableitung, die partielle Integrationsformel sowie moderne Methoden zum Nachweis der Existenz von schwachen Lösungen von allgemeinen Evolutionsproblemen erarbeiten. Die Vorlesung richtet sich besonders an Studierende, die eine Masterarbeit in einem Bereich der angewandten Mathematik planen. Darüber hinaus ist sie auch als Auffrischungskurs für Promovierende geeignet.

Literatur:

1.) E. Emmrich: *Gewöhnliche und Operator-Differentialgleichungen*, Vieweg+Teubner, 2004.
2.) H. Gajewski, K. Gröger. K. Zacharias: *Nichtlineare Operatorgleichungen*, Akademie-Verlag, 1974.
3.) M. Růžička: *Nichtlineare Funktionalanalysis* (2. Auflage), Springer, 2020. Aus dem Uni-Netz verfügbar unter https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-662-62191-2.

ECTS-Punkte:	6 Punkte
Verwendbarkeit:	Angewandte Mathematik; Kategorie III
Notwendige Vorkenntnisse:	Analysis III, Funktionalanalysis
Nützliche Vorkenntnisse:	Einführung in Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.
Bemerkung:	Die Vorlesung endet vor dem Semesterende, voraussichtlich am 28.06.2023, und zählt daher wie eine zweistündige Vorlesung.

Vorlesung:	**Descriptive Set Theory**
Dozent:	**Dr. Maxwell Levine**
Zeit/Ort:	**Do 14–16 Uhr, SR 404, Ernst-Zermelo-Str. 1**
Übungen:	**2-std. n.V.**
Assistenz:	**N.N.**
Web-Seite:	https://home.mathematik.uni-freiburg.de/maxwell/dst_course.html

Content:

Descriptive set theory is the study of well-behaved sets of real numbers in terms of their topological complexity. The typical objects of study are *Polish spaces*: separable and completely metrizable topological spaces.

Descriptive set theory has made considerable impact on other fields in mathematics, including functional analysis, ergodic theory, and group actions. This course will present the basics: enough to show, for example, that in chess there is a strategy for one player to avoid losing. Background in mathematical logic or point-set topology may be helpful but will not be necessary. We will cover parts of the first and second chapters of Kechris' text, *Classical Descriptive Set Theory*, which is available digitally from the university library.

Literature:

1.) A. S. Kechris: *Classical Descriptive Set Theory*, Springer, 1995. Available (from the university network) at http://www.redi-bw.de/start/unifr/EBooks-springer/10.1007/978-1-4612-4190-4

ECTS-Punkte:	6 Punkte
Verwendbarkeit:	Reine Mathematik; Kategorie III
Nützliche Vorkenntnisse:	Mathematische Logik, Topologie
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.

Vorlesung:	**Finanzmathematik in diskreter Zeit**
Dozent:	**Prof. Dr. Thorsten Schmidt**
Zeit/Ort:	**Di 10–12 Uhr, SR 226, Hermann-Herder-Str. 10**
Übungen:	**2-std. n.V.**
Assistenz:	**Lars Niemann, M.Sc.**
Web-Seite:	https://www.stochastik.uni-freiburg.de/lehre/ss-2023/vorlesung-FinanzMathe-ss-2023

Inhalt:

In dieser Vorlesung werden Finanzmärkte in diskreter Zeit betrachtet. Dies ermöglicht einen Zugang ohne großen technischen Aufwand, so dass alle wesentlichen Konzepte betrachtet werden können. Die Vorlesung beginnt mit der Analyse von Handelsstrategien und leitet wichtige Beziehungen für die Arbitragefreiheit von Märkten ab. Als Beispiele werden das Binomialmodell, das Black-Scholes-Modell und in größerer Allgemeinheit Zinsmärkte mit und ohne Ausfallrisiko betrachtet. Das Konzept von vollständigen und unvollständigen Märkten führt zur Suche von optimalen Absicherungsstrategien. Im Anschluss werden grundlegende Resultate zu konvexen und kohärenten Risikomaßen betrachtet.
Als Literatur wird die aktuelle Ausgabe des Buches Stochastic Finance von H. Föllmer und A. Schied empfohlen. Weitere Literaturhinweise werden in der Vorlesung gegeben.

Literatur:

1.) H. Föllmer, A. Schied: *Stochastic Finance* (Fourth revised Edition), De Gruyter, 2016.

ECTS-Punkte:	6 Punkte
Verwendbarkeit:	Angewandte Mathematik; Kategorie III
Notwendige Vorkenntnisse:	Stochastik I
Nützliche Vorkenntnisse:	Analysis III
Folgeveranstaltungen:	Wahrscheinlichkeitstheorie II – Stochastische Prozesse (im WS 2023/24); Wahrscheinlichkeitstheorie III – Stochastische Integration und Finanzmathematik, Mathematische Statistik, Künstliche Intelligenz und maschinelles Lernen.
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.
Bemerkung:	Stochastik-Interesierte können ergänzend parallel die Vorlesung „Stochastik II“ hören.

Vorlesung:	**Lie Groups**
Dozent:	**Dr. Leonardo Patimo**
Zeit/Ort:	**Do 16–18 Uhr, SR 404, Ernst-Zermelo-Str. 1**
Web-Seite:	http://home.mathematik.uni-freiburg.de/patimo/ss23liegroups.html

Content:

Lie theory is a fascinating field that lies at the intersection of algebra and geometry. A Lie group is a smooth manifold with a group structure, where the group operation is also smooth. Lie groups naturally occur, for example, in physics as group of symmetries of geometric objects. Classical examples of Lie groups include the general linear group $GL_n(\mathbb{R})$ and the orthogonal group $O_n(\mathbb{R})$. Additionally, we can find extra interesting algebra by looking at the tangent space of a Lie group, since this can naturally be equipped with the structure of a Lie algebra.

In this lecture course, we will give an introduction to Lie groups and Lie algebras and discuss the correspondence between them. The focus of the course will be on compact Lie groups, an important class of Lie groups for which the theory is very rich and well-developed. We will then study and classify representations of compact Lie groups, that is, smooth linear actions on vector spaces, and discuss how they can be used to generalize Fourier series. As a concrete final goal, we will classify compact Lie groups in terms of some combinatorial data, called root systems.

Literature:

1.) W. Soergel: *Mannigfaltigkeiten und Liegruppen*, Vorlesungsskript, verfügbar unter https://home.mathematik.uni-freiburg.de/soergel/Skripten/XXML.pdf.

2.) M. R. Sepanski: *Compact Lie Groups*, Springer, 2007, aus dem Uni-Netz verfügbar unter http://www.redi-bw.de/start/unifr/EBooks-springer/10.1007/978-0-387-49158-5.

ECTS-Punkte:	3 Punkte
Verwendbarkeit:	Reine Mathematik; Kategorie III
Notwendige Vorkenntnisse:	Algebra und Zahlentheorie
Nützliche Vorkenntnisse:	Differentialgeometrie
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.
Bemerkung:	The course will be taught in English.

Vorlesung:	**Mathematical Modeling**
Dozent:	**Dr. Alberto Maione**
Zeit/Ort:	**Mi 10–12 Uhr, SR 226, Hermann-Herder-Str. 10**
Übungen:	**2-std. n.V.**
Assistenz:	**N.N.**
Web-Seite:	https://aam.uni-freiburg.de/mitarb/maione/Lehre/MM23/index.html

Content:

We will study the mathematical description of various physical phenomena such as the deformation of elastic solids, the flow behaviour of liquids and phase transitions in melting processes, and we will derive the basic equations of mathematical physics from the perspective of continuum mechanics.
The exercises accompanying the lecture will contain classical tasks as well as numerical ones which should be solved using computers. Possibly, we will offer classical and computer tutorials in weekly rotation.
This lecture is complementary, but independent, to „Numerik für Differentialgleichungen" (which can be attended in parallel) and it is accessible for students that aim at an educational degree (e.g., Zwei-Hauptfächer-Bachelor).

Literature:

1.) C. Eck, H. Garcke, P. Knabner: *Mathematical Modeling*, Springer, 2017.
2.) P. G. Ciarlet: *Mathematical Elasticity. Volume I : Three-dimensional Elasticity*, North-Holland Publishing, 1988.

ECTS-Punkte:	6 Punkte
Verwendbarkeit:	Angewandte Mathematik; Kategorie III
Notwendige Vorkenntnisse:	Analysis I–II
Nützliche Vorkenntnisse:	Analysis III oder Erweiterung der Analysis
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.
Bemerkung:	Kurssprache ist Englisch

Vorlesung:	**Nichtparametrische Statistik**
Dozent:	**Dr. Johannes Brutsche**
Zeit/Ort:	**Do 14–16 Uhr, SR 226, Hermann-Herder-Str. 10**
Übungen:	**2-std. n. V.**
Assistenz:	**Saskia Glaffig, M.Sc.**
Web-Seite:	https://www.stochastik.uni-freiburg.de/lehre/ss-2023/vorlesung-nichtparametrische-statistik-ss-2023

Inhalt:

Nichtparametrische Methoden sind eines der aktivsten Forschungsfelder der modernen mathematischen Statistik und Grundlage eines tieferen Verständnisses des Machine Learning. Ziel der Vorlesung ist es, anhand einfacher Modelle in die zentralen Ideen und Techniken der nichtparametrischen Statistik einzuführen, welche anders als die parametrische Statistik unendlich-dimensionale Parameterräume betrachtet.

Ein klassisches Beispiel, das wir neben anderen eingehend untersuchen werden, ist das folgende Modell: Gegeben seien unabhängige, identisch verteilte Beobachtungen $X_1, \dots, X_n$, und wir unterstellen, dass ihre Verteilung eine Lebesgue-Dichte p besitzt. Der Parameterraum dieses Modells ist dann z. B. gegeben durch eine Teilmenge von

$$\mathcal{P} = \left\{ p : \mathbb{R} \to \mathbb{R}_{\geq 0} \text{ stetig mit } \int_{\mathbb{R}} p(y)\, dy = 1 \right\}.$$

Wir konstruieren verschiedene Schätzer $\hat{p}_n$ für p und analysieren Fehlergrößen wie etwa $|\hat{p}_n(x_0) - p(x_0)|$, $\|\hat{p}_n - p\|_{L^2}$ oder $\|\hat{p}_n - p\|_{\sup}$. Insbesondere interessieren wir uns dafür, mit welcher Rate diese Größen klein werden, wenn der Stichprobenumfang wächst ($n \to \infty$). Ist dieses Ziel erreicht, untersuchen wir die Frage, was überhaupt die beste zu erreichende Rate für ein bestimmtes Modell ist und quantifizieren damit die „Schwierigkeit“ des Schätzproblems in diesem Modell. Wenn die Zeit reicht, werden wir weitere Themen wie etwa die adaptive Schätzung oder nichtparametrische Tests behandeln.

Die Vorlesung ist insbesondere eine gute Ergänzung zur „Mathematischen Statistik“, setzt diese jedoch nicht voraus. Es werden lediglich Grundlagen der Wahrscheinlichkeitstheorie benötigt. Aufbauend auf dieser Veranstaltung können Bachelor- und Masterarbeiten zu verschiedensten Themengebieten der Stochastik (bei Prof. oder JProf.) vergeben werden.

Literatur:

1.) A. B. Tsybakov: *Introduction to Nonparametric Estimation*, Springer, 2009. Aus dem Uni-Netz verfügbar unter http://www.redi-bw.de/start/unifr/EBooks-springer/10.1007/b13794

ECTS-Punkte:	6 Punkte
Verwendbarkeit:	Angewandte Mathematik; Kategorie III
Notwendige Vorkenntnisse:	Wahrscheinlichkeitstheorie (kann parallel gehört werden)
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.

Vorlesung:	**Numerik für Differentialgleichungen**
Dozent:	**Prof. Dr. Sören Bartels**
Zeit/Ort:	**Asynchroner Online-Kurs**
Übungen:	**2-std. n.V. (14-täglich)**
Assistenz:	**N.N.**
Web-Seite:	http://aam.uni-freiburg.de/agba/lehre/ss23/ndgln

Inhalt:

Differentialgleichungen sind ein wichtiges mathematisches Werkzeug zur Beschreibung realer Vorgänge wie beispielsweise der Flugbahn eines Satelliten, der Entwicklung von Raub- und Beutetierpopulationen oder dem Abkühlen eines Körpers. In der Vorlesung werden verschiedene mathematische Modelle diskutiert und numerische Verfahren zur praktischen Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen der Form $y'(t) = f(t, y(t))$ untersucht.

Ergänzend zur Vorlesung und Übung gibt es eine Praktische Übung, siehe den Kommentar dazu. Studierende, die die Veranstaltung im M.Sc.- oder M.Ed.-Studiengang nutzen wollen, können sie durch die Praktische Übung und eine zusätzliche Projektarbeit auf 9 ECTS-Punkte aufstocken.

Literatur:

1.) S. Bartels: *Numerik 3x9*, Springer, 2016.
2.) R. Plato: *Numerische Mathematik kompakt* (4. Auflage), Vieweg, 2010.
3.) W. Walter: *Gewöhnliche Differentialgleichungen: Eine Einführung* (7. Auflage), Springer, 2000.

ECTS-Punkte:	5 (mit Praktischer Übung 6 und zusätzlicher Projektarbeit 9) Punkte
Verwendbarkeit:	Angewandte Mathematik; Kategorie II
Notwendige Vorkenntnisse:	Kenntnisse aus den Grundvorlesungen sind ausreichend.
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.

Vorlesung:	**Rekursionstheorie**
Dozentin:	**Prof. Dr. Heike Mildenberger**
Zeit/Ort:	**Mo 16–18 Uhr, HS II, Albertstr. 23b**
Übungen:	**2-std. n.V.**
Assistenz:	**N.N.**
Web-Seite:	http://home.mathematik.uni-freiburg.de/mildenberger/veranstaltungen/ss23/rekursionstheorie.html

Inhalt:

Die Rekursionstheorie ist die Theorie der durch einen Algorithmus berechenbaren Funktionen. Sie gehört neben der Beweistheorie, der Mengenlehre und der Modelltheorie zu den wichtigsten Teilgebieten der mathematischen Logik. Zunächst verschaffen wir uns einen Überblick über Algorithmen und Formalisierbarkeit. Wir lernen das Halteproblem sowie die bekannteste nicht berechenbare Menge, kennen und zeigen, dass diese Menge rekursiv aufzählbar ist. Trickreiche Algorithmen und Prioritätsargumente zeigen, dass es zwischen den berechenbaren Mengen und dem Halteproblem noch weitere Stufen gibt. Wir lernen einige der Eigenschaften der Relation „ist gleich schwer berechenbar" und der relativen Berechenbarkeit kennen. Bis heute gibt es zahlreiche offene Fragen über diese Relationen. Es gibt ein Skript.

Literatur:

1.) S. B. Cooper: *Computability Theory*, Chapman and Hall, 2004.
2.) N. J. Cutland: *Computability*, Cambridge University Press, 1980.
3.) H. Rogers Jr.: *Theory of Recursive Functions and Effective Computability* (Reprint), MIT Press, 1987.
4.) J. R. Shoenfield: *Degrees of Unsolvability*. North-Holland, 1971. Aus dem Uni-Netz verfügbar unter https://www.redi-bw.de/start/unifr/EBooks-elsevier/9780720420616.
5.) R. I. Soare: *Recursively Enumerable Sets and Degrees*, Springer, 1987.
6.) R. I. Soare: *Turing computability. Theory and Applicxations*, Springer, 2016. Aus dem Uni-Netz verfügbar unter http://www.redi-bw.de/start/unifr/EBooks-springer/10.1007/978-3-642-31933-4.
7.) M. Ziegler: *Mathematische Logik* (2. Auflage), Birkhäuser, 2017.

ECTS-Punkte:	6 Punkte
Verwendbarkeit:	Reine Mathematik; Kategorie III
Nützliche Vorkenntnisse:	Mathematische Logik
Folgeveranstaltungen:	Eventuell (auf Nachfrage hin) Seminar
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.

2. Berufsorientierte Veranstaltungen

Veranstaltung: **Lernen durch Lehren**

Dozenten: **Alle Dozentinnen und Dozenten von Vorlesungen**

Zeit/Ort: **Termin und Ort der Einführungsveranstaltung werden kurzfristig im Vorlesungsverzeichnis in HISinOne bekannt gegeben**

Inhalt:

Bei diesem Modul handelt es sich um eine Begleitveranstaltung zu Tutoraten zu Mathematikvorlesungen. Teilnehmen können an dem Modul alle Studierenden in einem Bachelor- oder M.Sc.-Studiengang in Mathematik (einschließlich Zwei-Hauptfächer-Bachelor mit Mathematik als einem der beiden Fächer), die sich für das gleiche Semester erfolgreich um eine Tutoratsstelle zu einer Mathematikvorlesung beworben haben (mindestens eine zweistündige oder zwei einstündige Übungsgruppen über das ganze Semester, aber ohne Einschränkungen an die Vorlesung).

Leistungsnachweis:

- Teilnahme an dem Einführungsworkshop. Voraussichtlich etwa zwei halbe Tage; einen ungefähr in der ersten Vorlesungswoche und einen nach etwa vier Wochen. Näheres wird rechtzeitig bekanntgegeben.
- Regelmäßige Teilnahme an der Tutorenbesprechung.
- Zwei gegenseitige Tutoratsbesuche mit einem (oder mehreren) anderen Modulteilnehmer, welcher nach Möglichkeit die gleiche Vorlesung tutoriert, oder zwei Besuche durch den betreuenden Assistenten, und Austausch über die Erfahrungen (die Zuteilung der Paarungen erfolgt bei der Einführungsveranstaltung).

Das Modul kann einmal im Bachelor-Studium und bis zu zweimal im M.Sc.-Studiengang absolviert werden und wird jeweils mit 3 ECTS-Punkten im Wahlbereich (im 2-Hf-Bachelor: „Optionsbereich“) angerechnet. Im 2-Hf-Bachelor ist es bei Wahl der Lehramtsoption eine über die 180 geforderter ECTS-Punkte hinausgehende Zusatzleistung. Es handelt sich um eine Studienleistung, d. h. das Modul wird nicht benotet.

ECTS-Punkte: 3 Punkte

Seminar:	$\mathbf{Mathe}_{\textbf{Unterricht}} = \mathbf{Mathe}_{\textbf{Studium}} \pm x$
Dozent:	**Holger Dietz**
Zeit/Ort:	**Mi 10–12 Uhr, Seminar für Ausbildung und Fortbildung der Lehrkräfte Freiburg, Oltmannstraße 22**
Vorbesprechung:	**Termin wird noch bekannt gegeben**
Teilnehmerliste:	Interessenten tragen sich bitte per E-Mail bei Frau Schuler ein: didaktik@math.uni-freiburg.de
Web-Seite:	https://home.mathematik.uni-freiburg.de/didaktik/lehre/

Inhalt:

Als Schülerin bzw. Schüler ahnt man nicht, was es heißt, Mathematik zu studieren. Ähnlich vage ist häufig die Vorstellung im Studium davon, was es bedeutet, Mathematik in der Schule zu unterrichten. Dieses Seminar möchte konkrete Aus- bzw. Einblicke in die Praxis des Mathematikunterrichtens geben und versucht dabei, auf den Erfahrungen, z. B. aus dem Praxissemester, aufzubauen.
Ausgewählte Inhalte und Aspekte des Mathematikunterrichts (vom Arbeitsblatt bis zur Zahlenbereichserweiterung) werden nicht nur vom Standpunkt der Fachwissenschaft, sondern auch aus Sicht der Lehrenden, Schülerinnen und Schüler analysiert und hinterfragt. Oft verbergen sich hinter den mathematisch einfacheren Themen unerwartete didaktische Herausforderungen. Daher soll neben der Auseinandersetzung mit bestehenden Inhalten und Rahmenbedingungen auch Unterricht selbst geplant und – wenn möglich – an der Schule durchgeführt werden.

Leistungen im Seminar:

1. Benotet: Gestaltung und Durchführung einer Seminarsitzung (zu einem mathematikdidaktischen Schwerpunkt)
2. Benotet: Konzeption und (anteilige) Durchführung von Mathematik-Unterricht
3. Bearbeitung von „Hausaufgaben“ wie z. B. Literaturarbeit, Planung von Unterrichtseinstiegen, Erstellung von Erklärvideos etc. (kann je nach Aufgabenart auch zur Notenbildung mit herangezogen werden).

ECTS-Punkte:	4 Punkte
Verwendbarkeit:	Modul „Fachdidaktische Entwicklung“ im M.Ed.; Fachdidaktik-Seminar im Lehramt nach GymPO
Notwendige Vorkenntnisse:	Grundvorlesungen
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.

Modul:	**Fachdidaktische Forschung** **Teil 1: Fachdidaktische Entwicklungsforschung zu ausgewählten Schwerpunkten** **Teil 2: Methoden mathematikdidaktischer Forschung** **Teil 3: Begleitseminar zur Masterarbeit**
Dozenten:	**Professorinnen und Professoren der PH Freiburg**
Zeit/Ort:	**Teil 1: Mo 14–16 Uhr, kleines Auditorium, 101, PH Freiburg** **Teil 2: Mo 10–12 Uhr (in der zweiten Semesterhälfte); Mensa 3, Zwischendeck, SR 032, PH Freiburg)** **Teil 3: n. V. (Teil 1 ist Voraussetzung)**
Voranmeldung:	Wer neu an diesem Modul teilnehmen möchte, meldet sich bitte bis zum **28.02.2023** per Mail bei `didaktik@math.uni-freiburg.de` und bei `erens@ph-freiburg.de`.
Web-Seite:	`https://www.ph-freiburg.de/mathe.html`

Inhalt:

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

In der ersten Veranstaltung findet eine Einführung in Strategien empirischer fachdidaktischer Forschung statt (Forschungsfragen, Forschungsstände, Forschungsdesigns). Studierende vertiefen ihre Fähigkeiten der wissenschaftlichen Recherche und der Bewertung fachdidaktischer Forschung.

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

Die Haupziele des Moduls sind die Fähigkeit zur Rezeption mathematikdidaktischer Forschung zur Klärung praxisrelevanter Fragen sowie die Planung einer empirischen mathematikdidaktischen Masterarbeit.

Es wird abgehalten werden als Mischung aus Seminar, Erarbeitung von Forschungsthemen in Gruppenarbeit sowie aktivem Arbeiten mit Forschungsdaten. Literatur wird abhängig von den angebotenen Forschungsthemen innerhalb der jeweiligen Veranstaltungen angegeben werden. Die Teile können auch in verschiedenen Semestern besucht werden, zum Beispiel Teil 1 im zweiten Mastersemester und Teil 2 in der Kompaktphase des dritten Mastersemesters nach dem Praxissemester.

ECTS-Punkte:	(für alle Teile des Moduls zusammen) 4 Punkte
Verwendbarkeit:	Modul „Fachdidaktische Forschung“ im M.Ed.
Bemerkung:	M.Ed.-Studierende, die eine fachdidaktische Masterarbeit in Mathematik schreiben möchten, müssen das dreiteilige Modul „Fachdidaktische Forschung“ absolvieren. Die Aufnahmekapazitäten sind beschränkt.

Vorlesung: **Einführung in die Programmierung für Studierende der Naturwissenschaften**

Dozent: **Ludwig Striet, M.Sc.**

Zeit/Ort: **Mo 16–18 Uhr, HS Weismann-Haus, Albertstr. 21 a**

Übungen: **2-std. n. V.**

Assistenz: **Oliver Suchan, M.Sc.**

Web-Seite: https://aam.uni-freiburg.de/lehre/index.html

Inhalt:

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

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

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

Literatur:

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

ECTS-Punkte:	Als BOK-Kurs über das ZfS im B.Sc. Mathematik 6 Punkte; bei anderer Verwendung Anzahl der ECTS-Punkte des jeweiligen Moduls.
Verwendbarkeit:	Pflichtveranstaltung im B.Sc. Mathematik, Wahlpflichtmodul „Praktische Übung“ im 2-Hf-Bachelor und im „M.Ed. als Erweiterungsfach“, im M.Ed. möglich als „Mathematische Ergänzung“ (sofern nicht schon im 2-Hf-Bachelor belegt).
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.

Prakt. Übung zu:	**Mathematik**
Dozenten:	**Prof. Dr. Peter Pfaffelhuber, Prof. Dr. Timo Leuders**
Zeit/Ort:	**Mo 12–14 Uhr, SR 226, Hermann-Herder-Str. 10**
Übungen:	**2-std. n.V.**
Assistenz:	**N.N.**
Web-Seite:	https://www.stochastik.uni-freiburg.de/lehre/ss-2023/prakueb-mathematik-ss-2023

Inhalt:

Seit einiger Zeit gibt es Software (besser gesagt Programmiersprachen), mit der sich mathematische Inhalte formal beweisen lassen. Ein mittlerweile ausgereiftes System ist *Lean*, das wir uns in dieser Praktischen Übung näher ansehen wollen. Dieses Vorgehen erfordert zwar etwas Einarbeitung, birgt aber den großen Vorteil, dass alle Voraussetzungen der zu verifizierenden Aussagen genau überprüft werden. Somit ist im Rahmen dieser Veranstaltung die Möglichkeit gegeben, sich noch einmal mit dem Stoff des ersten Studienjahres in Mathematik auseinanderzusetzen. Die Praktischen Übungen werden auf den Laptops der Studierenden durchgeführt werden.
Sie richten sich vor allem an Lehramtsstudierende in Mathematik, etwa im Rahmen des Master of Education. Anhand von Beispielen aus der Schulmathematik wollen wir die Sprache *Lean* lernen (um etwa die natürlichen Zahlen einzuführen und einige ihrer Eigenschaften zu zeigen). Wer einen ersten Eindruck von der Sprache bekommen will, kann sich vorab hier informieren:

Literatur:

1.) Natural number game, https://www.ma.imperial.ac.uk/~buzzard/xena/natural_number_game/
2.) C. Löh: *Exploring Formalisation*, Springer, 2022. Aus dem Uni-Netz verfügbar unter https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-031-14649-7.

ECTS-Punkte:	3 Punkte
Verwendbarkeit:	Wahlmodul im B.Sc., Wahlpflichtmodul „Praktische Übung“ im 2-Hf-Bachelor und im „M.Ed. als Erweiterungsfach“, im M.Ed. möglich als „Mathematische Ergänzung“.
Notwendige Vorkenntnisse:	Grundvorlesungen
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.

Prakt. Übung zu:	**Numerik (2. Teil)**
Dozentin:	**JProf. Dr. Diyora Salimova**
Zeit/Ort:	**CIP-Pool, Raum 201, Hermann-Herder-Str. 10, 2-std. (14-täglich) n.V.**
Assistenz:	**N.N.**
Web-Seite:	https://aam.uni-freiburg.de/agsa/lehre

Inhalt:

In der Praktischen Übung zur Numerik-Vorlesung sollen die in der Vorlesung entwickelten und analysierten Algorithmen praktisch umgesetzt und getestet werden. Dies wird mit Hilfe der kommerziellen Software Matlab zur Lösung und Visualisierung mathematischer Probleme geschehen. Elementare Programmierkenntnisse werden vorausgesetzt.

Literatur:

1.) S. Bartels: *Numerik 3x9*, Springer, 2016.

ECTS-Punkte:	(für die Teile 1 und 2 zusammen) 3 Punkte
Notwendige Vorkenntnisse:	Vorlesung Numerik II (parallel) und Praktische Übung (1. Teil)
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.

Prakt. Übung zu:	**Numerik für Differentialgleichungen**
Dozent:	**Prof. Dr. Sören Bartels**
Zeit/Ort:	**2-std. (14-täglich) n.V.**
Assistenz:	**N.N.**
Web-Seite:	http://aam.uni-freiburg.de/agba/lehre/ss23/ndgln

Inhalt:
In der praktischen Übung zur Vorlesung über die Numerik für Differentialgleichungen sollen die in der Vorlesung entwickelten und analysierten Algorithmen praktisch umgesetzt und getestet werden. Dies wird in der Programmiersprache C sowie mit Hilfe des mathematischen Softwarepakets Matlab zur Lösung und Visualisierung mathematischer Probleme geschehen. Elementare Programmierkenntnisse werden vorausgesetzt.

Literatur:

1.) S. Bartels: *Numerik 3x9*, Springer, 2016.

ECTS-Punkte:	Zusammen mit Vorlesung und Übung 6, mit zusätzlicher Projektarbeit 9 Punkte
Verwendbarkeit:	Angewandte Mathematik
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.

Prakt. Übung zu: **Stochastik**

Dozent: **Dr. Ernst August v. Hammerstein**

Zeit/Ort: **Do 14–16 Uhr, PC-Pool R -100, Hermann-Herder-Str. 10**

Web-Seite: https://www.stochastik.uni-freiburg.de/lehre/ss-2023/prakueb-stochastik-ss-2023

Inhalt:

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

Studierende des 2-Hauptfächer-Bachelors mit Lehramtsoption sowie M.Ed.-Studierende mit Erweiterungsfach Mathematik können die Praktische Übung als Wahlpflichtmodul verbuchen, Studierende im B.Sc. Mathematik als Teil der Wahlmodule. Im M.Ed.-Studiengang mit Hauptfach Mathematik kann die Veranstaltung als „Mathematische Ergänzung“ belegt werden.

Für das Nacharbeiten der Lektionen und zur Lösung der darin enthaltenen Übungen sollten alle Teilnehmenden die dazu benötigte Software (`R` und RStudio) auf ihren eigenen Rechnern installieren. Genauere Anleitungen hierzu sowie Links zum Download der kostenlosen Programme werden frühzeitig auf der o. g. Webseite bekannt gegeben werden.

Zu den einzelnen Lektionen der praktischen Übung wird ein ausführliches Skriptum bereitgestellt werden. Als ergänzende Lektüre für diejenigen, die ihre `R`-Kenntnisse festigen und erweitern möchten, kann eigentlich nahezu jedes der inzwischen zahlreich erhältlichen einführenden Bücher zu `R` empfohlen werden.

ECTS-Punkte:	3 Punkte
Verwendbarkeit:	Pflichtveranstaltung im B.Sc. nach PO 2012, Wahlmodul im B.Sc. nach PO 2021, Wahlpflichtmodul „Praktische Übung“ im 2-Hf-Bachelor und im „M.Ed. als Erweiterungsfach“, im M.Ed. möglich als „Mathematische Ergänzung“ (sofern nicht schon im 2-Hf-Bachelor belegt).
Notwendige Vorkenntnisse:	Analysis I–II, Lineare Algebra I–II, Stochastik I-II (Stochastik II kann parallel gehört werden)
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.

3. Seminare

Proseminar: **Matrixgruppen**

Dozent: **Prof. Dr. Sebastian Goette**

Zeit/Ort: **Mo 14–16 Uhr, SR 125, Ernst-Zermelo-Str. 1**

Tutorium: **Dr. Thorsten Hertl**

Voranmeldung: Bitte tragen Sie sich in die im Sekretariat (Frau Brunner, Zi. 341, Ernst-Zermelo-Str. 1, 9:00–12:00 Uhr) ausliegende Liste ein.

Vorbesprechung: **Mi, 08.02.2023, 14:00 Uhr, SR 218, Ernst-Zermelo-Str. 1**

Web-Seite: https://home.mathematik.uni-freiburg.de/geometrie/lehre/ss2023/MatGrp/

Inhalt:

Gruppen treten häufig als Mengen von Symmetrien oder Automorphismen geometrischer Strukturen auf. In dieser Veranstaltung geht es um *Matrixgruppen,* das heißt, um abgeschlossene Untergruppen von $GL_n(\mathbb{R})$ oder $GL_n(\mathbb{C})$. Wir wollen uns speziell kompakte und zusammenhängende Matrixgruppen anschauen. Diese Gruppen lassen sich zum einen mit relativ elementaren Methoden studieren und umfassen zum anderen viele wichtige Beispiele wie $SO(n)$, $U(n)$, $SU(n)$ und $Sp(n)$.
Wir wollen die Struktur dieser Gruppen verstehen, unter anderem ihre Lie-Algebren, maximalen Tori, Weyl-Gruppen, Wurzelsysteme und Dynkin-Diagramme. Dabei werden wir durchgehend Wert auf das Besprechen von Beispielen legen.
Kompakte zusammenhängende Matrixgruppen lassen sich aus Tori und sogenannten „einfachen“ Gruppen zusammensetzen. Am Ende erhalten wir aus der Strukturtheorie eine Klassifikation der einfachen kompakten Matrixgruppen: hier gibt es vier unendliche Serien, darunter $SU(n)$, und fünf zusätzliche Gruppen.

Literatur:

1.) A. Baker: *Matrix Groups. An Introduction to Lie Group Theory*, Springer, 2002.

Notwendige Vorkenntnisse:	Lineare Algebra I–II, Analysis I–II
Folgeveranstaltungen:	Bachelorarbeit im polyvalenten 2-Hauptfächer-Bachelor
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.
Prüfungsanmeldung:	Diese muss bei (Pro-)Seminaren bis zum Mittwoch vor Vorlesungsbeginn, also bis **12.04.2023**, in HISinOne erfolgen.

Proseminar:	**Regeltechnik**
Dozentin:	**Prof. Dr. Nadine Große**
Zeit/Ort:	**Do 12–14 Uhr, SR 125, Ernst-Zermelo-Str. 1**
Tutorium:	**N.N.**
Voranmeldung:	Interessenten melden ihren Teilnahmewunsch bitte **bis Freitag, den 27.01.2023**, per Mail an nadine.grosse@math.uni-freiburg.de
Vorbesprechung:	**Do, 02.02.2023, 9:15 Uhr, SR 119, Ernst-Zermelo-Str. 1**
Web-Seite:	http://www.mathematik.uni-freiburg.de/ngrosse

Inhalt:

Bei der Regeltechnik wird stetig eine Größe, die Regelgröße, gemessen, mit einer anderen Größe, der Führungsgröße, verglichen und daraufhin so beeinfusst, dass sie sich der Führungsgröße annähert. Wichtiges Kennzeichen für das Regeln ist dabei der geschlossene Wirkungsablauf, bei dem die Regelgröße fortlaufend sich selbst beeinflusst und so (kleine) Störeinflüsse selbst ausgleichen kann.

Einfachere Beispiele sind Heizungsanlagen oder Zweipunktregler in Bügeleisen. Aber auch Autopiloten in Flugzeuge und Tempomate sind Beispiele angewendeter Regelungs- und Steuertechnik.

Wir werden die Grundlagen der Regelungstechnik und deren mathematische Beschreibung kennenlernen und diese auf verschiedene Beispiele anwenden.

Das Programm befindet sich ab Mitte Januar auf der Webseite.

Literatur:

1.) J. Lunze: *Regelungstechnik 1: Systemtheoretische Grundlagen, Analyse und Entwurf einschleifiger Regelungen* (12. Auflage), Springer Vieweg, 2020.

Notwendige Vorkenntnisse:	Lineare Algebra I–II, Analysis I–II
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.
Prüfungsanmeldung:	Diese muss bei (Pro-)Seminaren bis zum Mittwoch vor Vorlesungsbeginn, also bis **12.04.2023**, in HISinOne erfolgen.

Proseminar:	**Resultate und Anwendungen der Graphentheorie**
Dozent:	**Dr. Ernst August v. Hammerstein**
Zeit/Ort:	**Di 16–18 Uhr, HS II, Albertstr. 23b**
Tutorium:	**Dr. Ernst August v. Hammerstein**
Voranmeldung:	Interessenten melden bitte ihren Teilnahmewunsch bis spätestens zum **06.02.2023** per Mail an `ernst.august.hammerstein@stochastik.uni-freiburg.de`
Vorbesprechung:	**Mi, 08.02.2023, 16:15 Uhr, SR 125, Ernst-Zermelo-Str. 1**
Web-Seite:	`https://www.stochastik.uni-freiburg.de/lehre/ss-2023/proseminar-graphentheorie-ss-2023`

Inhalt:

Graphen sind im Prinzip sehr einfache mathematische Objekte, die lediglich aus einer Menge von Knoten bzw. Ecken bestehen sowie einer Menge von (gerichteten oder ungerichteten) Kanten, die jeweils zwei Knoten verbinden. Trotz ihrer Einfachheit, die sie für viele mathematische wie auch praktische Probleme (z. B. Darstellung von Netzwerken, Abhängigkeitsstrukturen u. ä.) einsetzbar macht, ergeben sich schnell Fragen, die nicht ganz so leicht zu beantworten sind, beispielsweise: Wie viele Farben braucht man mindestens, um die Knoten eines vorgegebenen Graphen so einzufärben, dass jeweils zwei durch eine Kante verbundene Knoten verschiedene Farben haben?
In diesem Proseminar sollen einige der vielfältigen Eigenschaften von Graphen vorgestellt werden, die (hoffentlich) reizvolle Beweise und/oder Anwendungen haben. Erstere verwenden (neben ein paar kombinatorischen Überlegungen) hauptsächlich Ideen und Methoden der Linearen Algebra und sollten daher bereits mit Kenntnissen der Grundvorlesungen zugänglich sein. Das u. g. Buch von Diestel bietet eine gute Einführung sowie Grundgerüst zur Graphentheorie, einige Vorträge werden aber auch auf den anderen Quellen basieren, die mitunter schönere Beweisideen und Anwendungsmöglichkeiten beinhalten.

Literatur:

1.) M. Aigner, G. M. Ziegler: *Das BUCH der Beweise* (5. Auflage), Springer, 2018. Aus dem Uni-Netz verfügbar unter `https://www.redi-bw.de/start/unifr/EBooks-springer/10.1007/978-3-662-57767-7`
2.) R. Diestel: *Graphentheorie* (3. Auflage), Springer, 2006. Verfügbar unter `http://www.math.ethz.ch/EMIS/monographs/Diestel/de/GraphentheorieIII.pdf`
3.) J. Matoušek: *Thirty-three Miniatures: Mathematical and Algorithmic Applications of Linear Algebra*, AMS, 2010. Verfügbar unter `https://kam.mff.cuni.cz/~matousek/stml-53-matousek-1.pdf`

Notwendige Vorkenntnisse:	Lineare Algebra I-II (und ein wenig Analysis)
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.
Prüfungsanmeldung:	Diese muss bei (Pro-)Seminaren bis zum Mittwoch vor Vorlesungsbeginn, also bis **12.04.2023**, in HISinOne erfolgen.

Proseminar:	**Mathematische Modellierung**
Dozentin:	**JProf. Dr. Diyora Salimova**
Zeit/Ort:	**Mi 12–14 Uhr, SR 125, Ernst-Zermelo-Straße 1**
Tutorium:	**N.N.**
Voranmeldung:	Interessenten melden bitte ihren Teilnahmewunsch bis spätestens zum **05.02.2023** per Mail an diyora.salimova@mathematik.uni-freiburg.de
Vorbesprechung:	**Di, 07.02.2023, 13 Uhr, via BigBlueButton**
Web-Seite:	https://aam.uni-freiburg.de/agsa/lehre

Inhalt:

Die mathematische Modellierung ist ein wichtiges Bindeglied zwischen den realen Problemen, Anwendungswissenschaften (z. B. Physik, Wirtschaftswissenschaften) und den Methoden der Mathematik. Ein mathematisches Modell ist eine Sammlung von Fakten und Daten, die man in mathematische Formeln fassen muss.
In dem Proseminar werden die Herleitung der mathematischen Modelle diskutiert und die Modelle selbst analysiert. Literatur und weitere Informationen finden Sie auf der zugehörigen Homepage.

Notwendige Vorkenntnisse:	Analysis I–II, Numerik
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.
Prüfungsanmeldung:	Diese muss bei (Pro-)Seminaren bis zum Mittwoch vor Vorlesungsbeginn, also bis **12.04.2023**, in HISinOne erfolgen.

Seminar:	**Lie-Algebren**
Dozent:	**Prof. Dr. Wolfgang Soergel**
Zeit/Ort:	**Do 12–14 Uhr, SR 404, Ernst-Zermelo-Strasse 1**
Tutorium:	**Vivien Vogelmann, M.Sc.**
Voranmeldung:	Bei Interesse senden Sie bitte eine Mail an wolfgang.soergel@math.uni-freiburg.de
Vorbesprechung:	**Di, 07.02.2023, 10:15 Uhr, SR 404, Ernst-Zermelo-Str. 1**
Web-Seite:	https://home.mathematik.uni-freiburg.de/soergel/ss23lie.html

Inhalt:

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

Literatur:

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

Notwendige Vorkenntnisse:	Lineare Algebra I–II
Nützliche Vorkenntnisse:	Algebra und Zahlentheorie
Folgeveranstaltungen:	Bei Interesse ein weiterführendes Seminar
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.
Prüfungsanmeldung:	Diese muss bei (Pro-)Seminaren bis zum Mittwoch vor Vorlesungsbeginn, also bis **12.04.2023**, in HISinOne erfolgen.

Seminar: **Das Maximumprinzip**

Dozent: **Prof. Dr. Guofang Wang**

Zeit/Ort: **Di 14–16 Uhr, SR 127, Ernst-Zermelo-Str. 1**

Tutorium: **Fengrui Yang, Ph.D.**

Vorbesprechung: **Mi, 08.02.2022, 16:15 Uhr, SR 119, Ernst-Zermelo-Str. 1**

Web-Seite: https://home.mathematik.uni-freiburg.de/analysis/

Inhalt:

Das Maximumprinzip spielt eine große Rolle bei elliptischen und parabolischen PDEs. Man findet es auch in der Vorlesung „Funktionentheorie“. Das Seminar basiert im Prinzip auf dem Buch von Protter und Weinberger. Wir interessieren uns auch für Anwendungen des Maximumprinzips, insbesondere auf Eindeutigkeit und Symmetrie der Lösungen von verschiedenen geometrischen Problemen, die in den weiteren u. g. Artikeln behandelt werden.
Kapitel 1 des Buches von Protter und Weinberger passt auch gut für Studierende im 2-Hf-Bachelor, die nur Analysis I und II gehört haben.

Literatur:

1.) S. Brendle: *Embedded minimal tori in S3 and the Lawson conjecture*, Acta Mathematica 211(2) (2013), 177–190.
2.) W. X. Chen, C. Li: *Classification of solutions of some nonlinear elliptic equations*, Duke Math. J. 63(3) (1991), 615–622.
3.) B. Gidas, W. M. Ni, L. Nirenberg: *Symmetry and related properties via the maximum principle,* Comm. Math. Phys. 68(3) (1979), 209–243.
4.) M. H. Protter, H. F. Weinberger: *Maximum Principles in Differential Equations*, Springer, 1984.

Studien-/Prüfungsleistung: Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.

Prüfungsanmeldung: Diese muss bei (Pro-)Seminaren bis zum Mittwoch vor Vorlesungsbeginn, also bis **12.04.2023**, in HISinOne erfolgen.

Seminar: **Geometrische Mechanik**

Dozenten: **Prof. Dr. Nadine Große, Dr. Jonas Schnitzer**

Zeit/Ort: **Di 12–14 Uhr, SR 404, Ernst-Zermelo-Straße 1**

Tutorium: **Prof. Dr. Nadine Große, Dr. Jonas Schnitzer**

Voranmeldung: Interessenten melden bitte ihren Teilnahmewunsch (inkl. Angabe von Vorwissen) bis **Freitag, den 27.01.2023**, per Mail an
jonas.schnitzer@math.uni-freiburg.de

Vorbesprechung: **Do, 02.02.2023, 10:15 Uhr, SR 119, Ernst-Zermelo-Str. 1**

Web-Seite: https://home.mathematik.uni-freiburg.de/geometrie/lehre/ss2023/GeoMech/

Inhalt:

Die (klassische) Mechanik befasst sich sowohl mit der Dynamik von Teilchen, starren Körpern und Flüssigkeiten als auch mit Feldtheorien wie Elektromagnetismus und allgemeiner Relativitätstheorie. Obwohl sie ursprünglich Teilgebiet der theoretischen Physik gewesen ist, hat sie auch immer eine große Rolle bei der Entwicklung der Mathematik gespielt, was man sehr eindrucksvoll am Beispiel der Analysis sieht, welche maßgeblich von Newtons Mechanik vorangetrieben wurde.
Die ursprüngliche Form der Mechanik ist im $\mathbb{R}^3 \times \mathbb{R}^3$, dem Raum der Orte und Geschwindigkeiten eines Teilchens (Phasenraum), formuliert. Jedoch verlässt man diesen flachen Fall recht schnell, wenn man Systeme mit Symmetrien, Zwangsbedingungen und/oder Eichfreiheitsgraden betrachtet. Dann ersetzt man den Phasenraum $\mathbb{R}^N$ durch Mannigfaltigkeiten. Vor allem Symmetrien spielen eine kaum zu unterschätzende Rolle in der Mechanik, was sich durch das *Noether-Theorem* manifestiert. Dieses besagt, dass zu jeder Symmetrie eine Erhaltungsgröße assoziiert werden kann, mit deren Hilfe man unnötige, unphysikalische Variablen loswerden kann.
Das Ziel dieses Seminars ist eine konsistente Formulierung der Mechanik, sowohl vom *Lagrange*'schen als auch vom *Hamilton*'schen Standpunkt. Danach behandeln wir die geometrische Verallgemeinerung beider Punkte. Im Anschluss wenden wir die gelernten Methoden auf spezielle Beispiele aus der Physik an.
Der vorläufige Vortragsplan befindet sich ab Mitte Januar auf der Webseite.

Literatur:

1.) D. D. Holm: *Geometric Mechanics - Part I: Dynamics And Symmetry* (2nd Edition), Imperial College Press, 2011.
2.) J. E. Marsden, T. S. Ratiu: *Introduction to Mechanics and Symmetry*, Springer, 1999.

Notwendige Vorkenntnisse:	Lineare Algebra I–II, Analysis I–III
Nützliche Vorkenntnisse:	Differentialgeometrie
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.
Prüfungsanmeldung:	Diese muss bei (Pro-)Seminaren bis zum Mittwoch vor Vorlesungsbeginn, also bis **12.04.2023**, in HISinOne erfolgen.

Seminar: **Differentialgeometrie**

Dozenten: **Dr. Christian Ketterer, Prof. Dr. Ernst Kuwert**

Zeit/Ort: **Di 14–16 Uhr, SR 125, Ernst-Zermelo-Str. 1**

Tutorium: **N.N.**

Vorbesprechung: **Mo, 06.02.2023, 12:15 Uhr, Zi. 208, Ernst-Zermelo-Str. 1**

Web-Seite: https://home.mathematik.uni-freiburg.de/analysis/

Inhalt:

Es werden zwei Themen aus der Differentialgeometrie behandelt. Das erste ist das Willmore-Funktional, das jeder Fläche eine Energie zuordnet, die als Integral des Quadrats der mittleren Krümmung gegeben ist:

$$\mathcal{W}(\Sigma) = \int_\Sigma H_\Sigma^2 \, d\mu_\Sigma.$$

Wir wollen einige geometrische Eigenschaften dieses Funktionals studieren, inbesondere die konforme Invarianz und Ungleichungen. Das Thema hat auch einen Bezug zur Angewandten Mathematik, wo das Willmore-Funktional als Biegeenergie auftritt.
Das zweite Thema ist aus der Riemannschen Geometrie, wir betrachten Mannigfaltigkeiten M mit einer Schranke an die Ricci-Krümmung:

$$\mathrm{ric}_M(v,v) = \sum_{i=1}^n \langle \mathrm{Riem}_M(v,e_i)v, e_i \rangle \geq 0.$$

Wir studieren geometrische Konsequenzen, zum Beispiel für das Volumen von Bällen in M.

Das Seminar wendet sich an Studierende im Bereich Differentialgeometrie. Für einige Vorträge (zum ersten Thema) reichen Kenntnisse aus der Elementaren Differentialgeometrie (Kurven und Flächen im $\mathbb{R}^3$) aus. Das Seminar kann auch für Studierende mit Schwerpunkt in der Angewandten Mathematik von Interesse sein.
Die nachfolgende Literatur ist nur zur Orientierung, konkrete Texte werden in der Vorbesprechung angegeben.

Literatur:

1.) E. Kuwert, R. Schätzle: *The Willmore functional*, in: Mingione, G. (ed.), *Topics in Modern Regularity Theory*, CRM Series Vol. 13, 2012.
2.) T. Willmore: *Riemannian Geometry* (Reprint), Clarendon Press, 1996.

Notwendige Vorkenntnisse:	Kurven und Flächen und/oder Differentialgeometrie
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.
Prüfungsanmeldung:	Diese muss bei (Pro-)Seminaren bis zum Mittwoch vor Vorlesungsbeginn, also bis **12.04.2023**, in HISinOne erfolgen.

Seminar:	**Theorie und Numerik für Strömungen**
Dozent:	**Prof. Dr. M. Růžička**
Zeit/Ort:	**Fr 14–16 Uhr, SR 404, Ernst-Zermelo-Str. 1**
Tutorium:	**Dr. Alexei Gacza**
Voranmeldung:	Interessenten tragen sich bitte in eine bei Frau Radic, Zi. 219, Hermann-Herder-Str. 10, ausliegende Liste ein.
Vorbesprechung:	**Di, 07.02.2023, 13.00 Uhr, SR 232, Ernst-Zermelo-Str. 1**

Inhalt:

Strömungen von Flüssigkeiten sind ein selbstverständlicher Bestandteil unseres alltäglichen Lebens. Das mathematische Modell zur Beschreibung solcher Prozesse sind die Navier-Stokes-Gleichungen. Im Seminar werden wir grundlegende Techniken und Methoden zur Behandlung des vereinfachten Modells der stationären Stokes-Gleichungen erarbeiten. Diese beinhalten sowohl theoretische als auch numerische Fragestellungen und bauen auf den entsprechenden Fragestellungen des Poisson-Problems auf. Die behandelten Themen eignen sich als Grundlage für Bachelorarbeiten.

Literatur:

1.) F. Boyer, P. Fabrie: *Mathematical Tools for the Study of the Incompressible Navier–Stokes Equations and Related Models*, Springer, 2013.
2.) R. Temam: *Navier–Stokes equations: Theory and Numerical Analysis*, AMS, 2001.

Notwendige Vorkenntnisse:	Einführung in Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen
Nützliche Vorkenntnisse:	Funktionalanalysis
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.
Prüfungsanmeldung:	Diese muss bei (Pro-)Seminaren bis zum Mittwoch vor Vorlesungsbeginn, also bis **12.04.2023**, in HISinOne erfolgen.

Seminar:	**Maschinelles Lernen**
Dozenten:	**Prof. Dr. Peter Pfaffelhuber, Prof. Dr. Thorsten Schmidt**
Zeit/Ort:	**Do 10–12 Uhr, SR 125, Ernst-Zermelo-Str. 1**
Tutorium:	**N.N.**
Voranmeldung:	Interessenten melden sich bitte – unter Angabe von Studiengang und Vorkenntnissen – zur Vorbesprechung an bis **Freitag, den 03.02.2023**, per Mail an `sekretariat@stochastik.uni-freiburg.de`
Vorbesprechung:	**Mi, 08.02.2023, 14:00 Uhr, SR 232, Ernst-Zermelo-Str. 1**
Web-Seite:	`https://www.stochastik.uni-freiburg.de/lehre/ss-2023/seminar-maschinelles-lernen-ss-2023`

Inhalt:

Aus Daten zu lernen heißt oftmals Muster in Daten zu finden. Maschinelles Lernen hat sich dies zum Thema gemacht und ist mittlerweile einerseits Teil des Curriculums in der Informatik, aber auch Teil der Statistik. In diesem Seminar wollen wir aktuelle Themen des Maschinellen Lernens mathematisch analysieren. Dabei werden wir etwa neuronale Netze und deren Anwendung, etwa bei Generative Adversarial Networks und in der Finanzmathematik, aber auch neue Ergebnisse neuronaler Netze, etwa die Beschleunigung der Matrixmultiplikation, betrachten.

Notwendige Vorkenntnisse:	Wahrscheinlichkeitstheorie
Nützliche Vorkenntnisse:	Maschinelles Lernen aus stochastischer Sicht
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.
Prüfungsanmeldung:	Diese muss bei (Pro-)Seminaren bis zum Mittwoch vor Vorlesungsbeginn, also bis **12.04.2023**, in HISinOne erfolgen.

Seminar:	**Medical Data Science**
Dozent:	**Prof. Dr. Harald Binder**
Zeit/Ort:	**Mi 10:00–11:30 Uhr, HS Medizinische Biometrie und Statistik, Stefan-Meier-Str. 26**
Voranmeldung:	Interessenten melden bitte ihren Teilnahmewunsch rechtzeitig vor der Vorbesprechung per Mail an sec@imbi.uni-freiburg.de
Vorbesprechung:	**Mi, 01.02.2023, 10:30-11:30 Uhr, Konferenzraum Institut für Medizinische Biometrie und Statistik, Stefan-Meier-Str. 26, 1. OG**
Web-Seite:	https://www.uniklinik-freiburg.de/imbi/stud-le/weitere-lehrveranstaltungen/sose/medical-data-science.html

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.

Hinweise auf einführende Literatur werden in der Vorbesprechung gegeben werden.

Notwendige Vorkenntnisse:	Gute Kenntnisse in Wahrscheinlichkeitstheorie und Mathematischer Statistik
Folgeveranstaltungen:	kann als Vorbereitung für eine Bachelor- oder Masterarbeit dienen
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.
Prüfungsanmeldung:	Diese muss bei (Pro-)Seminaren bis zum Mittwoch vor Vorlesungsbeginn, also bis **12.04.2023**, in HISinOne erfolgen.

4. Projektseminare, Lesekurse und Kolloquien

Veranstaltung:	**Mathematisches Kolloquium für Studierende**
Dozenten:	**Alle Dozentinnen und Dozenten der Mathematik**
Zeit/Ort:	**Do 14 Uhr, HS II, Albertstr. 23b** **Einzelne Termine nach besonderer Ankündigung**

Inhalt:

In dieser neuen Veranstaltung werden Dozentinnen und Dozenten des Mathematischen Instituts Themen aus ihren Arbeitsgebieten vorstellen. Die Vorträge richten sich an Master-Studierende aller Vertiefungsrichtungen, aber auch an fortgeschrittene Bachelor-Studierende und Doktorandinnen und Doktoranden und sollen in diesem Sinne „mathematisch allgemeinverständlich“ sein.

Die Vorträge dauern etwa eine Stunde. Im Anschluss gibt es im Sozialraum einen Kolloquiumstee mit Gelegenheit zum informellen Austausch.

Gedacht ist zunächst an etwa drei Termine im Semester. Die genauen Termine, die Themen und die Vortragenden werden noch über das Vorlesungsverzeichnis und das Wochenprogramm bekannt gegegeben.

Verwendbarkeit:	Die Veranstaltung dient der mathematischen Allgemeinbildung und der Orientierung. Es können keine ECTS-Punkte erworben werden.

Veranstaltung: **Kolloquium der Mathematik**

Dozenten: **Alle Dozentinnen und Dozenten der Mathematik**

Zeit/Ort: **Do 17:00 Uhr, HS II, Albertstr. 23b**

Inhalt:

Das Mathematische Kolloquium ist eine gemeinsame wissenschaftliche Veranstaltung des gesamten Mathematischen Instituts. Sie steht allen Interessierten offen und richtet sich sowohl an die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen des Instituts als auch an die Studierenden.

Das Kolloquium wird im Wochenprogramm angekündigt und findet in der Regel am Donnerstag um 17:00 Uhr im Hörsaal II in der Albertstraße 23b statt.

Vorher gibt es um 16:30 Uhr im Sozialraum 331 in der Ernst-Zermelo-Straße 1 den wöchentlichen Institutstee, zu dem der vortragende Gast und alle Besucher eingeladen sind.

Weitere Informationen unter https://wochenprogramm.mathematik.uni-freiburg.de/kolloquium.html

Impressum

Herausgeber:

Mathematisches Institut
Ernst-Zermelo-Str. 1
79104 Freiburg
Tel.: 0761-203-5534
E-Mail: institut@math.uni-freiburg.de