Kommentare zu den Lehrveranstaltungen Mathematik

Sommersemester 2020

Foto: Markus Junker

Fakultät für Mathematik und Physik
Mathematisches Institut

Stand: 19. März 2020

Inhaltsverzeichnis

Liebe Studierende der Mathematik,

das kommentierte Vorlesungsverzeichnis gibt über das Lehrangebot des Mathematischen Instituts im aktuellen Semester Auskunft. 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 insbesondere zu ihrer Anmeldung finden Sie auf den Internetseiten des Prüfungsamts.

Hinweise für Studienanfänger

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 *Polyvalenten Zwei-Hauptfächer-Bachelor* (im Folgenden auch kurz 2-Hf-Bachelor), in dem Sie neben Mathematik ein zweites Fach studieren. In dem 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.
- 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, Mentorenprogramm, Beratung durch Dozentinnen und Dozenten). Im Rahmen des Mentorenprogramms der Fakultät wird Ihnen in der Regel am Ende Ihres 3. Semesters eine Dozentin oder ein Dozent als Mentor zugewiesen, die oder der Sie zu Beratungsgesprächen einladen wird. Die Teilnahme an diesem Programm wird nachdrücklich empfohlen.

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

- **Mittlere oder höhere Vorlesungen:** Inwieweit der Stoff mittlerer oder höherer 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 und Privatdozenten finden Sie auf den Seiten 10/11.
- **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 ins gymnasiale Lehramt ist die Belegung der Lehramtsoption im Wahlbereich erforderlich. Diese setzt sich aus einem Fachdidaktikmodul in jedem Fach und einem bildungswissenschaftlichen Modul zusammen.
  Das Fachdidaktik-Modul in Mathematik wird von der Abteilung Didaktik der Mathematik für das dritte Studienjahr angeboten (Sommer- und 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).
- **Lehramts-Studiengang nach GymPO**
  Nehmen Sie rechtzeitig Kontakt mit den Prüferinnen und Prüfern auf, um die Prüfungsgebiete im Staatsexamen abzusprechen. Durch die Wahl der Veranstaltung(en) im Modul „Mathematische Vertiefung“ können Sie die Auswahl für die Prüfungsgebiete erhöhen.
  Falls Sie die Wissenschaftliche Arbeit in Mathematik schreiben möchten, empfiehlt es sich, die Wahl der Veranstaltungen (weiterführende Vorlesung, Seminar) mit der Betreuerin/dem Betreuer der Arbeit abzusprechen.
  Bitte beachten Sie, dass einige Veranstaltungen im Zuge der Umstellung auf 2-Hf-Bachelor/M.Ed. nicht mehr angeboten werden und Sie ggf. stattdessen die vorgesehenen Ersatzveranstaltungen besuchen müssen.

Ihr Studiendekan Mathematik

An die Studierenden des 1. und 2. Semesters

Als Ersatz für eine Orientierungsprüfung müssen alle Studierenden in einem Bachelor-Studiengang im Fach Mathematik gewisse Studienleistungen bis zum Ende des dritten Fachsemesters absolviert haben.

Im **B.Sc.-Studiengang Mathematik** müssen die beiden Klausuren zu Analysis I und zu Lineare Algebra I bis zum Ende des dritten Fachsemesters bestanden sein.

Im **2-Hf-Bachelor-Studiengang** muss im Fach Mathematik mindestens eine der beiden Klausuren zu Analysis I oder zu Lineare Algebra I bis zum Ende des dritten Fachsemesters bestanden sein. (Die jeweils andere Klausur muss auch bestanden werden, aber ohne Frist. Im zweiten Fach muss zudem die Orientierungsprüfung bestanden werden.)

An alle Studierenden

Aufgrund von Prüfungsordnungsänderungen ist in fast allen Modulen der Zulassungszusammenhang zwischen Studien- und Prüfungsleistung entfallen. Dies bedeutet, dass Sie z. B. eine Prüfung zu einer weiterführenden Vorlesung anmelden und ablegen dürfen, bevor Sie die Studienleistung in den zugehörigen Übungen erbracht haben. Die Studienleistung muss dann allerdings nachgeholt werden; bis dahin ist das Modul nicht abgeschlossen und es werden keine ECTS-Punkte angerechnet.

Bitte beachten Sie:

- Es gibt weiterhin Zulassungsbedingungen zu den mündlichen Prüfungen in Analysis und in Linearer Algebra in den Bachelor-Studiengängen.
- Es gibt weiterhin Zulassungsbedingungen zu den Abschlussarbeiten.
- Studien- und Prüfungsleistungen in einem Modul müssen inhaltlich zusammengehören. Wenn Sie zu einer nicht regelmäßig angebotenen Vorlesung eine Prüfung absolvieren ohne die Studienleistung bestanden zu haben, haben Sie in naher Zukunft keine Möglichkeit mehr, die Studienleistung nachzuholen. In diesem Fall bleibt die bestandene Prüfung ohne Wert, da das Modul nicht abgeschlossen werden kann.
- Da die Übungen auch der Prüfungsvorbereitung dienen und Sie für eine Prüfung nur eine begrenzte Anzahl von Wiederholungsversuchen haben, raten wir dringend davon ab, eine Prüfung zu absolvieren, ohne die zugehörige Studienleistung erworben zu haben.

Weitere Informationen finden Sie auf den Webseiten des Prüfungsamts Mathematik (https://www.math.uni-freiburg.de/lehre/pruefungsamt/index.html).

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

  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 die Klausur.

  In der Regel sind die Vorlesungen der Kategorie II auch die für das Modul „Mathematische Vertiefung“ im M.Ed. bzw. Lehramt nach GymPO 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 2020

Studiengang und Modul / Veranstaltung	B. Sc. Pflichtveranstaltung	B. Sc. Proseminar	B. Sc. Bachelor-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	GymPO Hf Pflichtveranstaltung	GymPO Hf Proseminar	GymPO Hf Seminar	GymPO Hf Math. Vertiefung	GymPO Hf Fachdidaktikseminar
Algebraic Curves				○			●		●	◑		❾					⑨			○					○	
Algebraische Topologie II				○			●		●	◑		❾					⑨			○					○	
Algebraische Zahlentheorie				○			●		●	◑		❾					⑨			○					○	
Analysis II	●						—						●					—				●				
Computational Finance						❻						❻					⑥		○			—				
Didaktik der Stochastik und der Algebra						◑	—						—					●				(als Ersatz)				
Differentialgeometrie II – Vektorbündel				○			●		●	◑		❾					⑨			○					○	
Einführung in die Fachdidaktik der Mathematik	—						—									●		—				(als Ersatz)				
Einf. in die Programmierung für Stud. der Naturwiss.	●						—								●				●			—				
Elementare Differentialgeometrie				●			●					❾					❾			●					●	
Elementargeometrie					❻		—						●					—				●				
Fachdidaktikseminare	—						—						—								●					●
Finanzmathematik in diskreter Zeit					⑥			◑	◑	◔		❻					⑥		○						⑥	
Funktionalanalysis				●			●	●				❾					⑨			○					○	
Funktionentheorie				●			●					❾					❾			●					●	
Kommutative Algebra und Einf. in die alg. Geometrie				●			●		●	◑		❾					❾			●					●	
Lernen durch Lehren						❸						❸					❸	—				—				
Lie Groups					⑥		◑		◑	◔		❻					⑥		○						⑥	
Lineare Algebra II	●						—						●					—				●				
Mathematics of Deep Learning					⑤			◑	◑	◔		❺					⑤		○						⑤	
Mathematische Logik				●			●					❾					❾			●					●	
Mathematische Modellierung					⑥			◑	◑	◔		❻					⑥		○						⑥	
Non Local Elliptic Equations					③		◑		◑	◔		❸					③		○						③	
Numerical Optimal Control (*mit Projekt*)				○				●	●	◑		❾					⑨			○					○	
Numerical Optimal Control (*ohne Projekt*)					❻			◑	◑	◔		❻					⑥		○						⑥	
Numerik (*zweisemestrig*)	●						—						●					—				●				
Numerik für Differentialgleich. / mit Praktischer Übung					❺/❻			◑				❺/❻					❺/❻								◑	
Praktische Übung zu „Numerik“ (*zweisemestrig*)	●						—								●		❸		●						◔	
Praktische Übung zu „Stochastik“	●						—								●		❸		●						◔	
Proseminare		●					—							●				—					●			
Reelle Algebra und Einführung in die o-Minimalität					⑥		◑		◑	◔		❻					⑥		○						⑥	
Seminare		○	●		❹						●	❻		○			❹		●				○	●	◑	
Stochastik (*zweisemestrig*)	●						—						●					—				●				
Stochastische Analysis				○				●	●	◑		❾					⑨			○					○	
Topologie				●			●					❾					❾			●					●	
Transfer Operators and Modular Forms					⑥		◑		◑	◔		❻					⑥		○						⑥	
Wissenschaftliches Arbeiten	—								○	◑		⑨	—							●		—				

● Pflicht oder typisch   ◑, ◔ etc. nur Teil des Moduls (MSc: nur nach Absprache)   ○ möglich (Vorkenntnisse beachten!)   Zahl: 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

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

JProf. Dr. Nadine Große:
Differentialgeometrie und globale Analysis

JProf. Dr. Philipp Harms:
Finanzmathematik, Stochastische Analyse

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

Prof. Dr. Thorsten Schmidt:
Finanzmathematik, Maschinelles Lernen

Prof. Dr. Wolfgang Soergel:
Algebra und Darstellungstheorie

Prof. Dr. Guofang Wang:
Partielle Differentialgleichungen, Variationsrechnung

Prof. Dr. Katrin Wendland:
Funktionentheorie, Komplexe Geometrie und Analysis, Mathematische Physik

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 2019/2020

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

http://irma.math.unistra.fr/rubrique127.html

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 2019/2020
Algebra

http://irma.math.unistra.fr/article1645.html

Premier trimestre.

1. Eléments de topologie algébrique – Elemente der algebraischen Topologie (Christine Vespa et Pierre Guillot)
2. Théorie de Lie et représentations – Theorie der Lie-Algebren und Darstellungen (Sofiane Souaifi et Dragos Fratila)

Deuxième trimestre.

1. Variétés hyperbolique et groupes de Bloch – Hyperbolische Mannigfaltigkeiten und Bloch-Gruppen. (Benjamin Enriquez et Vladimir Fock)
2. Représentations et carquois - Théorie d'Auslander-Reiten – Darstellungen und Köcher - Auslander-Reiten-Theorie (Pierre Baumann et Frédéric Chapoton)
3. Déformation et quantification – Deformation und Quantisierung (Martin Bordemann et Abdenacer Makhlouf)

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**
Dozent:	**PD Dr. Andriy Haydys**
Zeit/Ort:	**Fr 10–12 Uhr, HS Weismann-Haus, Albertstr. 21a**
Übungen:	**2-std. n.V.**
Tutorium:	**N.N.**
Web-Seite:	http://www.haydys.net/teaching

Inhalt:

In der Vorlesung soll eine Einführung in die Elementargeometrie im euklidischen und nicht-euklidischen Raum und seine mathematischen Grundlagen gegeben werden. Wir behandeln im Einzelnen dazu die Themen der Axiomatik, Isometrien-Bewegungsgruppe und Trigonometrie der euklidischen, hyperbolischen und sphärischen Geometrie. Im weiteren Verlauf schauen wir uns die Geschichte des fünften Euklidischen Axioms (und die Versuche, es los zu werden) an, diskutieren die kontraintuitiven Ergebnisse der daraus hervorgegangen hyperbolischen Geometrie (z.B. existieren dort Dreiecke mit der Innenwinkelsumme Null). Ferner geben wir eine Einführung in die Projektive Geometrie und betrachten Polygone, Polyeder und deren Eigenschaften.

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.

ECTS-Punkte:	6 Punkte
Verwendbarkeit:	Pflichtmodul im 2-Hf-Bachelor; Wahlpflichtmodul im B.Sc. Nicht verwendbar in den Master-Studiengängen.
Notwendige Vorkenntnisse:	Lineare Algebra I
Nützliche Vorkenntnisse:	Analysis I
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.

Vorlesung:	**Algebraic Curves**
Dozentin:	**Dr. Mara Ungureanu**
Zeit/Ort:	**Di, Do 12–14 Uhr, SR 125, Ernst-Zermelo-Str. 1**
Übungen:	**2-std. n.V.**
Tutorium:	**Dr. Johan Commelin**
Web-Seite:	http://home.mathematik.uni-freiburg.de/mathphys/lehre/SoSe20/AlgebraicCurves.html

Content:

Four decades ago David Mumford wrote that algebraic geometry "seems to have acquired the reputation of being esoteric, exclusive, and very abstract, with adherents who are secretly plotting to take over all the rest of mathematics! ..."

The purpose of this course is to introduce students with some commutative algebra background to modern algebraic geometry via the theory of algebraic curves and without excessive prerequisites. Algebraic curves are the algebraic counterparts of Riemann surfaces and constitute a very rich topic with connections to number theory, representation theory, complex analysis, and mathematical physics.

Special emphasis will be placed on examples and on developing intuition for how the abstract language of commutative algebra can be used to express geometric ideas. Topics covered include: linear series on curves, intersection theory, and the Riemann–Roch problem.

Literature:

1.) W. Fulton: *Algebraic Curves—An Introduction to Algebraic Geometry* (Reprint of 1969 original), Addison-Wesley, 1989.

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

Vorlesung:	**Algebraische Topologie II**
Dozent:	**Prof. Dr. Sebastian Goette**
Zeit/Ort:	**Di, Do 10–12 Uhr, SR 404, Ernst-Zermelo-Str. 1**
Übungen:	**2-std. n.V.**
Tutorium:	**Dr. Jonas Schnitzer**
Web-Seite:	http://home.mathematik.uni-freiburg.de/geometrie/lehre/ss20/AT2/

Inhalt:

Die algebraische Topologie untersucht topologische Räume mit algebraischen Methoden. Typische Fragen sind

- Gibt es (topologische) Räume mit den Eigenschaften ...?
- Gibt es (stetige) Abbildungen von X nach Y mit den Eigenschaften ...?
- Sind zwei gegebene Räume oder Abbildungen in einem gewissen Sinne „gleich“?

Methoden der algebraischen Topologie werden in vielen Bereichen der Mathematik, insbesondere in der Geometrie eingesetzt.

In diesem Teil der Vorlesung führen wir Kohomologie axiomatisch ein, inklusive Cup- und Cap-Produkten, Orientierungen, und lernen wichtige Resultate wie den Thom-Isomorphismus sowie Spanier-Whitehead- und Poincaré-Dualität kennen.

Multiplikative Kohomologietheorien lassen sich durch Ringspektren darstellen. Wir behandeln neben klassischer Kohomologie auch K-Theorie und Kobordismus. Spektren erlauben auch einen klareren Blick auf Kohomologie-Operationen und Abbildungen zwischen verschiedenen Kohomologietheorien, wie zum Beispiel charakteristische Klassen.

Literatur:

1.) T. tom Dieck: *Topologie,* de Gruyter, Berlin-New York, 1991.
2.) T. tom Dieck: *Algebraic Topology,* EMS Textbooks in Mathematics, EMS, 2008.
3.) A. Hatcher: *Algebraic Topology,* Cambridge University Press, 2002, http://www.math.cornell.edu/~hatcher/AT/ATpage.html.
4.) R.M. Switzer: *Algebraic topology—homotopy and homology,* Grundlehren, Band 212, Springer, 1975.

ECTS-Punkte:	9 Punkte
Verwendbarkeit:	Reine Mathematik; Kategorie III
Notwendige Vorkenntnisse:	Algebraische Topologie I
Folgeveranstaltungen:	Parallel findet ein Seminar „Topologie von Mannigfaltigkeiten“ statt
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.

Vorlesung:	**Algebraische Zahlentheorie**
Dozent:	**PD Dr. Oliver Bräunling**
Zeit/Ort:	**Di, Do 14–16 Uhr, Hörsaal II, Albertstr. 23b**
Übungen:	**2-std. n.V.**
Tutorium:	**PD Dr. Oliver Bräunling**
Web-Seite:	http://home.mathematik.uni-freiburg.de/arithgeom/lehre/ss20/algzt/index.html

---

Inhalt:

In der *Algebraischen Zahlentheorie* lösen wir Gleichungen, wobei wir allerdings nur an ganzzahligen Lösungen interessiert sind. Also z.B. für festes n die Frage, für welche Zahlen $x, y, z \in \mathbb{Z}$ die Gleichung

$$x^n + y^n = z^n$$

gelöst wird. Viele klassische Fragen aus der Zahlentheorie lassen sich in solche Probleme umformulieren. Beispielsweise kann man fragen, wie viele aufeinanderfolgende ganze Zahlen es gibt, die echte Potenzen sind (also m^n mit $n \geq 2$). Dies ist äquivalent zu der Frage, welche positiven ganzzahligen Lösungen die Gleichung

$$x^n - y^m = 1$$

besitzt. Hier hatte Catalan 1844 vermutet, dass dies nur $8 = 2^3$ und $9 = 3^2$ sind. Euler hatte zuvor bereits den Spezialfall $x^2 - y^3 = 1$ behandeln können, aber ein vollständiger Beweis der Catalanschen Vermutung ist erst im Jahr 2002 gelungen (Satz von Mihailescu) und nutzt ganz zentral die Algebraische Zahlentheorie.
In der Analysis nutzt man oft Methoden, die schrittweise eine Lösung annähern (man denke z.B. an den Fixpunktsatz von Banach oder die numerische Suche nach Nullstellen von Polynomen). Aber diese Methoden helfen hier nicht, denn es ist zunächst unmöglich zu kontrollieren, ob der Grenzwert einer so entstehenden Folge eine Ganzzahl ist oder nicht. Stattdessen nutzt man in der algebraischen Zahlentheorie eher Teilbarkeitsmethoden: Primzahlen und gewisse Verallgemeinerungen (Primideale) rücken in den Mittelpunkt.

Literatur:

1.) J. Neukirch: *Algebraische Zahlentheorie*, Springer, 1992.
2.) S. Lang: *Algebraic Number Theory* (2. Auflage), Springer, 1994.
3.) J. Milne: *Algebraic Number Theory*, Online lecture notes, verfügbar unter https://www.jmilne.org/math/CourseNotes/ANT.pdf.
4.) F. Lorenz: *Algebraische Zahlentheorie*, BI-Wissenschaftsverlag, 1993.

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

Vorlesung:	**Differentialgeometrie II**
Dozentin:	**JProf. Dr. Nadine Große**
Zeit/Ort:	**Mo, Mi 10–12 Uhr, Hörsaal II, Albertstr. 23b**
Übungen:	**2-std. n. V.**
Tutorium:	**Dr. Ksenia Fedosova**
Web-Seite:	http://home.mathematik.uni-freiburg.de/ngrosse/

Inhalt:

In dieser Vorlesung sollen zunächst Begriffe und Methoden rund um Faserbündel behandelt werden. Diese bilden die grundlegenden Begriffe zur Behandlung vieler geometrischer Probleme auf gekrümmten Räumen sowie zur mathematischen Modellierung von Eichfeldtheorien in der theoretischen Physik. So ist z.B. der Elektromagnetismus ein einfaches Beispiel einer Eichfeldtheorie. Als weiteres Beispiel werden wir als nichtabelsche Eichtheorie die Yang-Mills Theorie behandeln.
Im zweiten Teil der Vorlesung behandeln wir elliptische Differentialoperatoren auf Mannigfaltigkeiten und Bündeln, insbesondere den Laplaceoperator und soweit die Zeit zulässt den Diracoperator.

Literatur:

1.) H. Baum: *Eichfeldtheorie*, Springer, 2014.

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

Vorlesung:	**Elementare Differentialgeometrie**
Dozent:	**Prof. Dr. Guofang Wang**
Zeit/Ort:	**Mo, Mi 14–16 Uhr, Hörsaal II, Albertstr. 23b**
Übungen:	**2-std. n.V.**
Tutorium:	**Dr. Azahara DelaTorre Pedraza**
Web-Seite:	http://home.mathematik.uni-freiburg.de/wang

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, 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 und II, Lineare Algebra I und II
Folgeveranstaltungen:	Seminar „Minimalflächen“
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.

Vorlesung:	**Funktionalanalysis**
Dozent:	**Prof. Dr. Thorsten Schmidt**
Zeit/Ort:	**Mo, Mi 12–14 Uhr, Hörsaal II, Albertstr. 23b**
Übungen:	**2-std. n.V.**
Tutorium:	**Marc Weber**
Web-Seite:	http://www.stochastik.uni-freiburg.de/schmidt

Inhalt:

Die Funktionalanalysis ist ein wichtiges Hilfsmittel für viele zentrale Resultate in der Mathematik. Funktionale sind lineare Abbildungen, und das besondere bei der Betrachtung in dieser Vorlesung ist, dass diese unendlichdimensional sein werden. Beispiele für solche lineare Abbildungen sind Differential- oder Integraloperatoren, wobei ein geeigneter Konvergenzbegriff verwendet wird. Im Gegensatz zur Analysis auf endlichdimensionalen Räumen entstehen ungewohnte Effekte, wie z.B. dass lineare Abbildungen unstetig sein können, Fixpunkteigenschaften verloren gehen können, etc.

In dieser Vorlesung lernen wir die zentralen Resultate kennen wie der Satz von Hahn-Banach, verschiedene Funktionenräume der Funktionalanalysis, der weit reichende Baire'sche Kategoriensatz, schwache Topologien und Spektraltheorie. Ebenfalls werden Anwendung in der Stochastik und in der Finanzmathematik als Beispiele diskutiert.

Literatur:

1.) H. Brezis: *Functional Analysis, Sobolev Spaces and Partial Differential Equations*, Springer, 2011.
2.) D. Werner: *Funktionalanalysis* (8. Auflage), Springer Spektrum, 2018.
3.) M. Fabian, P. Habala et al.: *Functional Analysis and Infinite-Dimensional Geometry*, Springer, 2001.

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

Vorlesung:	**Funktionentheorie**
Dozentin:	**Prof. Dr. Katrin Wendland**
Zeit/Ort:	**Mo, Mi 10–12 Uhr, HS Weismann-Haus, Albertstr. 21a**
Übungen:	**2-st. n.V.**
Tutorium:	**Dr. Severin Barmeier**
Web-Seite:	http://home.mathematik.uni-freiburg.de/mathphys/lehre/SoSe20/Funktionentheorie.html

Inhalt:

Die Funktionentheorie ist ein klassisches Gebiet der höheren Mathematik und befasst sich mit der Differential- und Integralrechnung für komplex differenzierbare Funktionen in einer komplexen Veränderlichen. Diese können natürlich auch als Funktionen zweier reeller Veränderlichen aufgefasst werden und sind dann dadurch charakterisiert, dass sie die sogenannten Cauchy-Riemannschen Differentialgleichungen lösen. Die überraschenden Ergebnisse der Funktionentheorie können auf die besonders schönen Eigenschaften dieser Differentialgleichungen zurückgeführt werden. Zum Beispiel sind komplex differenzierbare Funktionen automatisch nicht nur beliebig oft stetig differenzierbar, sondern immer analytisch, können also lokal als Potenzreihen dargestellt werden. Außerdem ist eine komplex differenzierbare Funktion durch erstaunlich wenig Daten eindeutig bestimmt: Ihre Werte auf einer Kreisscheibe sind schon durch ihre Werte auf dem Rand dieser Kreisscheibe eindeutig festgelegt. Diese Tatsachen machen den Umgang mit komplex differenzierbaren Funktionen besonders einfach. Die vielen schönen Eigenschaften komplex differenzierbarer Funktionen erlauben zahlreiche Anwendungen in verschiedensten Gebieten der Mathematik und Physik.
Zentrale Themen der Vorlesung sind die Grundlagen der Funktionentheorie, also insbesondere Cauchy-Riemannsche Differentialgleichungen, der Cauchysche Integralsatz, die Cauchysche Integralformel, Maximumprinzip und Residuensatz. Sofern die Zeit es erlaubt, werden außerdem Anwendungen in der Zahlentheorie angesprochen, z.B. der Beweis des Primzahltheorems.

Literatur:

1.) K. Jänich: *Funktionentheorie* (6. Auflage), Springer, 2004 (korrigierter Nachdruck 2008).
2.) E. Freitag, R. Busam: *Funktionentheorie* (4. Auflage), Springer, 2006.
3.) S. Lang: *Complex Analysis* (Fourth Edition), Springer, 1999.
4.) R. Remmert, G. Schumacher: *Funktionentheorie I* (5. Auflage), Springer, 2002.

ECTS-Punkte:	9 Punkte
Verwendbarkeit:	Reine Mathematik; Kategorie II
Notwendige Vorkenntnisse:	Analysis I und II, Lineare Algebra I und II
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.
Bemerkung:	Als Vertiefungsmodul im Master of Education geeignet.

Vorlesung:	**Kommutative Algebra und Einführung in die algebraische Geometrie**
Dozent:	**Prof. Dr. Wolfgang Soergel**
Zeit/Ort:	**Di, Do 10–12 Uhr, HS Weismann-Haus, Albertstr. 21a**
Übungen:	**2-std. n.V.**
Tutorium:	**Dr. Leonardo Patimo**
Web-Seite:	http://home.mathematik.uni-freiburg.de/soergel/ss20kage.html

Inhalt:

Es geht um das Studium kommutativer Ringe und ihre Bedeutung für die Untersuchung von Nullstellenmengen polynomialer Gleichungssysteme in mehreren Veränderlichen über algebraisch abgeschlossenen Körpern. Die Vorlesung beginnt mit dem Hilbert'schen Nullstellensatz, Noether'schen Moduln und Ringen, Primidealen und irreduziblen Komponenten, Dimension, affinen Varietäten. Im weiteren Verlauf kommen wir zu projektiven und abstrakten Varietäten und dem Satz von Bezout.

Literatur:

1.) Skript: http://home.mathematik.uni-freiburg.de/soergel/Skripten/XXKAG.pdf.
2.) M.F. Atiyah, I.G. MacDonald: *Introduction to Commutative Algebra*, Addison-Wesley, 1969 (elektronisch verfügbar unter http://www.math.toronto.edu/jcarlson/A--M.pdf).
3.) E. Kunz: *Einführung in die Kommutative Algebra und Algebraische Geometrie*, Springer, 1980.
4.) G.R. Kempf: *Algebraic Structures*, Springer, 1995.

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

Vorlesung:	**Mathematische Logik**
Dozentin:	**Prof. Dr. Heike Mildenberger**
Zeit/Ort:	**Di, Do 10–12 Uhr, Hörsaal II, Alberstr. 23b**
Übungen:	**2-std. n.V.**
Tutorium:	**Dr. Giorgio Laguzzi**
Web-Seite:	http://home.mathematik.uni-freiburg.de/mildenberger/veranstaltungen/ss20/logik.html

---

Inhalt:

Dies ist eine Einführung in die mathematische Logik. Wir werden den Begriff eines mathematischen Beweises präzisieren. Für den festgelegten Beweisbegriff beantworten wir dann folgende Fragen: Von welchen (nicht beweisbaren) Grundprinzipien geht man aus? Kann man das Nachprüfen oder gar das Finden von Beweisen geeigneten Computern überlassen? Gegenstände der Vorlesung sind der Gödelsche Vollständigkeitssatz und die Gödelschen Unvollständigkeitssätze und die ersten Grundlagen der Rekursionstheorie, der Modelltheorie und der Mengenlehre.

Literatur:

1.) H.-D. Ebbinghaus, J. Flum, W. Thomas: *Einführung in die mathematische Logik* (6. Auflage), Springer Spektrum, 2018.
2.) M. Hils, F. Loeser: *A first journey through logic*, Student Mathematical Library Vol. 89, American Mathematical Society, 2019.
3.) P.G. Hinman: *Fundamentals of mathematical logic*, A K Peters/CRC Press, 2005.
4.) J.R. Shoenfield: *Mathematical logic* (Reprint of the 1973 second printing), A K Peters/CRC Press, 2010.
5.) M. Ziegler: *Mathematische Logik* (2. Auflage), Birkhäuser, 2017.
6.) M. Ziegler: Vorlesungsskript *Mathematische Logik*, verfügbar unter http://home.mathematik.uni-freiburg.de/ziegler/skripte/logik.pdf.

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

Vorlesung:	**Stochastische Analysis**
Dozent:	**Prof. Dr. Peter Pfaffeluber**
Zeit/Ort:	**Mo, Mi 10–12 Uhr, SR 127, Ernst-Zermelo-Str. 1**
Übungen:	**2-std. n.V.**
Tutorium:	**M.Sc. Jakob Stiefel**
Web-Seite:	http://www.stochastik.uni-freiburg.de/

Inhalt:

Die Veranstaltung schließt an die Vorlesungen Stochasische Prozesse aus dem WS2019 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 Brownsche Bewegung ist. Darauf aufbauend werden die Itô-Formel und stochastische Differentialgleichungen behandelt. Ebenso werden wir einige Anwendungen der vorgestellten Theorie besprechen.

Literatur:

1.) A. Klenke: *Wahrscheinlichkeitstheorie* (3. Auflage), Springer, 2013.
2.) O. Kallenberg: *Foundations of Modern Probability* (Second Edition), Springer, 2002.
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:	Stochastische Prozesse
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.

Vorlesung: **Topologie**

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

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

Übungen: **2-std. n.V.**

Tutorium: **Dr. Daniel Palacin**

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

---

Inhalt:

Die Vorlesung baut auf den Kenntnissen auf, die in den Vorlesungen Analysis I und II über die euklidische Topologie von $\mathbb{R}$ und $\mathbb{R}^n$ erworben wurden. Sie besteht aus zwei Teilen. Im ersten Teil wird die mengentheoretische Topologie bis zu dem Grad entwickelt, der für fortgeschrittene Vorlesungen in fast allen Bereichen der Mathematik nützlich ist. Der zweite Teil bietet eine Einführung in die Idee und in einige elementare Gegenstände der algebraischen Topologie (unter anderen die Begriffe der Homotopie, Fundamentalgruppe und Überlagerungen). Diese Begriffe spielen bereits in den elementaren Teilen der Analysis, Funktionentheorie und Geometrie eine wichtige Rolle.

Literatur:

1.) J.R. Munkres: *Topology* (Second Edition), Prentice-Hall, 2000.
2.) B. v. Querenburg: *Mengentheoretische Topologie* (3. Auflage), Springer, 2001.

ECTS-Punkte:	9 Punkte
Verwendbarkeit:	Reine Mathematik; Kategorie II
Notwendige Vorkenntnisse:	Analysis I und II
Nützliche Vorkenntnisse:	Analysis III
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:	**(ggf. unregelmäßig) Fr 14–16 Uhr, HS II, Albertstr. 23b**
Tutorium:	**M.Sc. Florian Messerer**
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 based on MATLAB (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.) Manuscript *Numerical Optimal Control* by M. Diehl and S. Gros.
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 und II, Lineare Algebra I und 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:	Kursprache ist Englisch

STOCHASTIK

SS 2020

Vorlesung mit prakt. Übung:	**Computational Finance**
Dozent:	**Dr. Ernst August v. Hammerstein**
Zeit/Ort:	**Di 10–12 Uhr, PC-Pool 3, Werthmannstr. 4**
Übungen:	**Mi 10–12 Uhr, PC-Pool 3, Werthmannstr. 4**
Tutorium:	**Dr. Ernst August v. Hammerstein**
Teilnehmerliste:	Die Teilnehmerzahl ist auf die im PC-Pool verfügbaren Arbeitsplätze beschränkt. Interessenten werden gebeten, sich rechtzeitig per Mail an `ernst.august.hammerstein@stochastik.uni-freiburg.de` anzumelden.
Web-Seite:	`https://www.stochastik.uni-freiburg.de/lehre/ss-2020/vorlesung-computational-finance-ss-2020`

Content:
The aim of this course is the application of the R programming environment to various topics of financial mathematics, among others are the calculation and visualization of interest rates, option prices, loss distributions and risk measures. Participants are expected to have attended the lecture "Futures and Options" before and to have some basic knowledge in using R as students of B.Sc. Mathematics usually acquire in the practical exercises of stochastics.

With help of these tools, we develop some programs for bootstrapping zero rates, pricing vanilla options in binomial trees and exotic options in time-continuous models via Monte Carlo methods. We also regard some aspects of hedging and convergence in this context. Further we discuss the implementation of risk measures, the sampling of loss distributions in elementary credit risk models. Depending on the time left, we may additionally discuss further topics in continuous-time interest theory and the simulation of (approximate) solutions to stochastic differential equations.

The course, which is taught in English, is offered for the second year in the Finance profile of the M.Sc. Economics program as well as for students of M.Sc. (possibly also B.Sc.) Mathematics.

Literature:

1.) J.C. Hull: *Options, Futures, and other Derivatives* (Tenth Edition), Prentice Hall, 2018.
2.) T.L. Lai, H. Xing: *Statistical Models and Methods for Financial Markets*, Springer, 2008.
3.) R.U. Seydel: *Tools for Computational Finance* (Sixth Edition), Springer, 2017.
4.) Any introductory book to the R programming environment, e.g.,
J. Brown, D.J. Murdoch: *A First Course in Statistical Programming with R* (Second Edition), Cambridge University Press, 2016.

ECTS-Punkte:	6 Punkte
Verwendbarkeit:	B.Sc. Mathematik: Wahlmodul M.Sc. Mathematik: wirtschaftswissenschaftl. Spezialmodul in der Profillinie „Finanzmathematik“ oder als Wahlmodul (zusammmen mit Futures and Options auch als Modul Angewandte Mathematik oder Modul Mathematik)
Notwendige Vorkenntnisse:	Vorlesungen Stochastik, Futures and Options, Praktische Übung Stochastik
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:	**Mo 14–16 Uhr, SR 404, Ernst-Zermelo-Str. 1**
Übungen:	**2-std. n. V.**
Tutorium:	**M.Sc. Lars Niemann**
Web-Seite:	http://www.stochastik.uni-freiburg.de/schmidt

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 (1. Teil) oder Wahrscheinlichkeitstheorie
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.

Vorlesung:	**Lie Groups**
Dozent:	**Dr. Leonardo Patimo**
Zeit/Ort:	**Mi 12–14 Uhr, SR 125, Ernst-Zermelo-Str. 1**
Übungen:	**2-std. n.V.**
Tutorium:	**N.N.**
Web-Seite:	http://home.mathematik.uni-freiburg.de/patimo/ss20liegroups.html

Content:

Lie theory is a subject lying at the intersection of algebra and geometry: a Lie group is a smooth manifold with a group structure such that the group operations are smooth. Lie groups arise in a natural way as symmetries of geometric objects: prominent examples of Lie groups are the general linear group $GL_n(\mathbb{R})$ or the orthogonal group $O_n(\mathbb{R})$. In addition, also the tangent space of a Lie group is equipped in a natural way with a particular algebraic structure, known as Lie algebra.
In this lecture course, we will introduce the notion of 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 study and classify representations of compact Lie groups, that is smooth linear actions on vector spaces. As a concrete final goal, we will classify compact Lie groups in terms of more elementary data: root systems.

Literature:

1.) A.W. Knapp: *Lie Groups Beyond an Introduction* (Second Edition), Birkhäuser, 2002.
2.) M. Sepanski: *Compact Lie Groups*, Springer, 2007.
3.) W. Soergel: Lecture notes *Mannigfaltigkeiten und Liegruppen*, available at http://home.mathematik.uni-freiburg.de/soergel/Skripten/XXML.pdf.

ECTS-Punkte:	6 Punkte
Verwendbarkeit:	Reine Mathematik; Kategorie III
Notwendige Vorkenntnisse:	Algebra und Zahlentheorie
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.
Bemerkung:	The lecture will be given in English.

Vorlesung:	**Mathematics of Deep Learning**
Dozent:	**JProf. Dr. Philipp Harms**
Zeit/Ort:	**Mi 14–16 Uhr, SR 226, Hermann-Herder-Str. 10**
Übungen:	**2-std. (14-täglich) n. V.**
Tutorium:	**M.Sc. Jakob Stiefel**
Web-Seite:	www.stochastik.uni-freiburg.de/lehre/ss-2020/vorlesung-deep-learning-ss-2020/

Content:

This course covers several mathematical aspects of deep learning. The focus will be on the approximation power of neural networks (shallow, deep, residual, recurrent, echo state, etc) in various function spaces (continuous, smooth, Sobolev, solutions of ODEs/PDEs/SDEs, etc). This topic shall be investigated from a variety of different perspectives using methods from functional analysis, harmonic analysis, differential geometry, probability, and stochastic analysis. The goal is to develop a theoretical understanding for the success of deep neural networks in many applications.

ECTS-Punkte:	5 Punkte
Verwendbarkeit:	Angewandte Mathematik; Kategorie III
Nützliche Vorkenntnisse:	Vertieftes Wissen in Stochastik oder Differentialgleichungen.
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.

Vorlesung:	**Mathematische Modellierung**
Dozent:	**Prof. Dr. Michael Růžička**
Zeit/Ort:	**Do 8–10 Uhr, SR 404, Ernst-Zermelo-Str. 1**
Übungen:	**2-std. n.V.**
Tutorium:	**M.Sc. Alex Kaltenbach**

Inhalt:

Als Modelle für viele physikalische Vorgänge, wie z.B. der Bestimmung einer Temperaturverteilung, der Beschreibung von Schwingungen von Membranen oder von Strömungen von Flüssigkeiten, treten partielle Differentialgleichungen auf.
Im ersten Teil der Vorlesung werden wir diese Grundgleichungen der Mathematischen Physik aus der Sicht der Kontinuumsmechanik herleiten sowie Grundprinzipien für die Modellierung von Materialeigenschaften kennenlernen.
Soweit es die Zeit erlaubt, werden wir danach die mathematische Theorie der stationären Stokesgleichungen entwickeln.

Literatur:

1.) P. Chadwick: *Continuum Mechanics: Concise Theory and Problems*, Dover, 1999.
2.) V. Girault, P.-A. Raviart: *Finite Element Methods for Navier–Stokes Equations*, Springer, 1986.

ECTS-Punkte:	6 Punkte
Verwendbarkeit:	Angewandte Mathematik; Kategorie III
Notwendige Vorkenntnisse:	Einführung in Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen oder Funktionalanalysis
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:	**Mi 16–18 Uhr, SR 226, Hermann-Herder-Str. 10**
Übungen:	**2-std- n.V. (14-täglich)**
Tutorium:	**M.Sc. Jakob Keck**
Web-Seite:	http://aam.uni-freiburg.de/agba/lehre/ss20/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.

Studierende, die die Veranstaltung im M.Sc.- oder M.Ed.-Studiengang nutzen wollen, können sie durch eine Projektarbeit und die begleitende Praktische Übung auf 9 ECTS-Punkte aufstocken.

Literatur:

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

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

Vorlesung:	**Reelle Algebra und Einführung in die o-Minimalität**
Dozent:	**Prof. Dr. Amador Martin-Pizarro**
Zeit/Ort:	**Mi 12–14 Uhr, SR 404, Ernst-Zermelo-Str. 1**
Übungen:	**2-std. n.V.**
Tutorium:	**M.Sc. Michael Lösch**
Web-Seite:	https://logik.mathematik.uni-freiburg.de/lehre/index.html

Inhalt:

In der reellen algebraischen Geometrie geht es um Lösungen polynomialer Gleichungssysteme mit Koeffizienten aus dem Körper $\mathbb{R}$ der reellen Zahlen (oder noch allgemeiner über sogenannten reell abgeschlossenen Körpern).
In dieser Vorlesung werden wir unter anderem das Hilbert'sche 17. Problem betrachten, welches 1926 von Artin bewiesen wurde:
Ist jedes reelle Polynom P in $\mathbb{R}[x_1, \ldots, x_n]$, welches an jedem n-Tupel aus $\mathbb{R}^n$ einen nichtnegativen Wert annimmt, eine Summe von Quadraten rationaler Funktionen (d.h. Quotienten von Polynomen)?
Mit Hilfe des Satzes von Tarski-Seidenberg für Quantorenelimination in der Theorie reell abgeschlossenen Körper läßt sich die obige Frage leicht beantworten. Mit dieser Quantorenelimination werden die Grundlagen der o-Minimalität eingeführt.

Literatur:

1.) A. Prestel: Vorlesungsskript *Reelle Algebra*, verfügbar unter http://www.math.uni-konstanz.de/~prestel/raskript.pdf.
2.) L. van den Dries: *Tame topology and o-minimal structures* (London Mathematical Society Lecture Note Series), Cambridge University Press, 1998.

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

Vorlesung:	**Transfer Operators and Modular Forms**
Dozentin:	**Dr. Ksenia Fedosova**
Zeit/Ort:	**Do 12–14 Uhr, SR 404, Ernst-Zermelo-Str. 1**
Übungen:	**2-std. n.V.**
Tutorium:	**Dr. Ksenia Fedosova**
Web-Seite:	https://home.mathematik.uni-freiburg.de/fedosova/mfato.html

Content:

In physics, there exists the so-called correspondence principle, which states that on macro-scales, quantum mechanics should reduce to classical mechanics. This principle, yet not fully understood in physics, has a mathematical sibling. Consider a point on a manifold, X, that can move freely along the geodesics of X. Then the classical mechanical aspect of such motion relates to the geodesic flow on X, whereas the quantum description relates to the spectrum of the Laplace operator on X. The correspondence principle suggests that there exists a relationship between the properties of the geodesic flow on X on one hand and the spectral properties of X on the other hand.

The main aim of the course is to present such a relation for a very famous surface coming from number theory — the modular surface, that is the quotient of the hyperbolic plane, $\mathbb{H}$, by the modular group, $PSL_2(\mathbb{Z})$. In particular, we want to connect its eigenfunctions, Maass forms, to the eigenfunctions of so-called transfer operators, that are constructed via the discretization of the geodesic flow on the modular surface. The key-words are: hyperbolic space and its isometries, discrete subgroups in $PSL_2(\mathbb{Z})$, geodesics and geodesic flow, Laplace operator and its eigenfunctions, Gauss map and continued fractions, Bessel functions.

Literature:

1.) J. Lewis, D. Zagier: *Period functions for Maass wave forms I*, Annals of Mathematics 153.1 (2001), 191–258.
2.) S. Katok: *Fuchsian groups*, University of Chicago press, 1992.

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

Vorlesung:	**Non Local Elliptic Equations**
Dozentin:	**Dr. Azahara DelaTorre Pedraza**
Zeit/Ort:	**Do 12–14 Uhr, SR 403, Ernst-Zermelo-Str. 1**
Web-Seite:	http://home.mathematik.uni-freiburg.de/analysis/

Content:

This course covers the basic knowledge of non-local elliptic equations.
First, we will provide an overview of local elliptic PDEs and Browian motions which will lead to the introduction of non-local elliptic PDEs. Then, we will cover the main known results for the model non-local operator: the fractional Laplacian. This will include definition, existence of solutions, fundamental solution, mean value properties, extension problem and regularity. Next, we will study linear integro-differential equarions: Lévy processes, weak solutions and regularity. Finally, we will give some ideas about what happens for the case of non-linear equations and we will also provide some results for more general kernels. The presentation will be at a basic level and technicalities will be kept to a minimum.

Literature:

The lecture will be based on different research articles. No book is needed.

ECTS-Punkte:	3 Punkte
Verwendbarkeit:	Reine Mathematik; Kategorie III
Notwendige Vorkenntnisse:	Lineare Algebra I und II, Analysis I–III
Nützliche Vorkenntnisse:	Funktionsanalysis und partielle Differentialgleichungen
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.
Bemerkung:	The course language will be English.

2. Berufsorientierte Veranstaltungen

Veranstaltung: **Lernen durch Lehren**

Dozent: **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 Master-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 Master-Studium 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: **Heterogenität und Sprachbildung im Mathematikunterricht der Sekundarstufe**

Dozentin: **JProf. Dr. Lena Wessel**

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

Teilnehmerliste: Studierende der Universität Freiburg melden sich bitte bis zum 31.03.2020 per Mail an `lena.wessel@ph-freiburg.de` für das Seminar an.

Web-Seite: `https://www.ph-freiburg.de/mathe/institut-personen/lena-wessel.html`

Inhalt:

Diese Veranstaltung thematisiert verschiedene Ansätze und Hintergründe zur Differenzierung und Heterogenität, mit besonderem Schwerpunkt auf sprachsensiblen Fachunterricht aus mathematikdidaktischer Sicht. Dabei werden viele didaktische Konstrukte aufgegriffen und mit der Unterrichtspraxis in Beziehung gesetzt. Die Veranstaltung richtet sich an alle Schulformen und thematisiert empirisch beforschte und praktisch relevante Herausforderungen und Entscheidungsfelder. Ihre Haupziele sind:

- Auseinandersetzung mit mathematikdidaktischer Forschung und Theorie zur Heterogenität,
- Kennenlernen praktischer Ansätze für Differenzierung, fokussierte Förderung und Inklusion.

Sie wird abgehalten werden als Mischung aus klassischem Seminar und Seminargestaltung durch die Studierenden.

Literatur:

1.) T. Leuders, S. Prediger: *Flexibel differenzieren und fokussiert fördern im Mathematikunterricht* (2. Auflage), Cornelsen Scriptor, 2016.

ECTS-Punkte:	4 Punkte
Verwendbarkeit:	Modul *Fachdidaktische Entwicklung* im M.Ed.; Fachdidaktik-Seminar im Lehramt nach GymPO
Nützliche 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, PH Freiburg, Räume des IMBF** **Teil 2: Mo 10:00–13:00 Uhr *im letzten Semesterdrittel*, PH Freiburg, Räume des IMBF** **Teil 3: Termine nach individueller Vereinbarung**
Teilnehmerliste:	Studierende der Universität Freiburg melden sich bitte bis zum 31.03.2020 per Mail an leuders@ph-freiburg.de an.
Web-Seite:	https://www.ph-freiburg.de/fr/mathe/institut-personen/institut-person-tleuders.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 einem/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 Hauptziele des Moduls sind:

- Fähigkeit zur Rezeption mathematikdidaktischer Forschung zur Klärung praxisrelevanter Fragen,
- 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.

Hinweis: M.Ed.-Studierende, die eine fachdidaktische Masterarbeit in Mathematik schreiben möchten, müssen das dreiteilige Modul *Fachdidaktische Forschung* absolvieren. Interessierte an einer fachdidaktischen Masterarbeit in Mathematik melden sich bitte *zusätzlich* bis zum Ende der Vorlesungszeit des Wintersemesters in der Abteilung für Didaktik.

ECTS-Punkte:	(für alle Teile des Moduls zusammen) 4 Punkte
Verwendbarkeit:	Modul *Fachdidaktische Forschung* im M.Ed.
Nützliche Vorkenntnisse:	Grundvorlesungen
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.

Prakt. Übung zu:	**Numerik** **(2. Teil der zweisemestrigen Veranstaltung)**
Dozent:	**Prof. Dr. Sören Bartels**
Zeit/Ort:	**CIP-Pool 201, Hermann-Herder-Str. 10, 2-std. (14-täglich) n.V.**
Tutorium:	**N.N.**
Web-Seite:	http://aam.uni-freiburg.de/agba/lehre/ss20/num

Inhalt:

In der praktischen Übung zur Numerik-Vorlesung sollen die in der Vorlesung entwickelten und analysierten Algorithmen praktisch umgesetzt und getestet werden. Dies wird in der Programmiersprache C sowie 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 Teil 1 und 2 zusammen) 3 Punkte
Notwendige Vorkenntnisse:	Vorlesung Numerik (parallel)
Nützliche Vorkenntnisse:	Einführung in die Programmierung für Studierende der Naturwissenschaften
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:	**Do 10–12 Uhr, CIP-Pool 201, Hermann-Herder-Str. 10 (14-täglich)**
Tutorium:	**M.Sc. Jakob Keck**
Web-Seite:	http://aam.uni-freiburg.de/agba/lehre/ss20/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 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:	1 (mit Vorlesung und Übung 6 und mit Vorlesung, Übung und 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:	**Fr 8–10 Uhr, HS Weismann-Haus, Albertstr. 21a**
Tutorium:	**Dr. Ernst August v. Hammerstein**
Web-Seite:	https://www.stochastik.uni-freiburg.de/lehre/ss-2020/prakueb-stochastik-ss-2020

Inhalt:

Die praktische Übung richtet sich an Hörerinnen und Hörer der Vorlesung Stochastik. 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.

Die praktische Übung ist für Studierende im (1-Hauptfach) B.Sc. Mathematik obligatorisch. Studierende des 2-Hauptfächer-Bachelors mit Lehramtsoption können selbstverständlich ebenfalls teilnehmen und die praktische Übung als Teil des Wahlpflichtmoduls Mathematik im Rahmen ihres Studiengangs verbuchen. Im Studiengang Master of Education kann die Veranstaltung als Mathematische Ergänzung belegt werden.

Für die eigene Arbeit mit `R` sollen die Laptops der Studierenden eingesetzt werden. Idealerweise sollte auf diesen bereits *vor Beginn der Veranstaltung* die dazu notwendige Software installiert werden. Genauere Anleitungen hierzu sowie entsprechende Links zum Download der kostenlosen Programme werden frühzeitig auf der o.g. Webseite bekannt gegeben.

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. Mathematik 2-Hf-Bachelor mit Lehramtsoption: Möglicher Teil des Wahlpflichtmoduls Mathematik M.Ed.: Möglich als *Mathematische Ergänzung* (sofern nicht schon im 2-Hf-Bachelor-Studiengang belegt)
Notwendige Vorkenntnisse:	Analysis I und II, Lineare Algebra I und II, Stochastik (1. Teil)
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.

3. Seminare

Proseminar:	**Darstellungstheorie von Köchern**
Dozentin:	**Prof. Dr. Katrin Wendland**
Zeit/Ort:	**Di 12–14 Uhr, SR 404, Ernst-Zermelo-Str. 1**
Tutorium:	**Dr. Severin Barmeier**
Vorbesprechung:	**Dienstag, 11.02.2020, 14:15 Uhr, SR 119, Ernst-Zermelo-Str. 1**
Web-Seite:	http://home.mathematik.uni-freiburg.de/mathphys/lehre/SoSe20/Koecher.html

---

Inhalt:

Die lineare Algebra befasst sich mit linearen Abbildungen zwischen Vektorräumen. Eine lineare Abbildung $V \xrightarrow{f} W$ zwischen zwei Vektorräumen V, W kann man nun grafisch als „Pfeil" zwischen zwei „Knotenpunkten" darstellen: $\bullet \longrightarrow \bullet$.
Dieses Bild lässt sich verallgemeinern zu sogenannten „Köchern" (engl. *quiver*) – bestehend eben aus einer Ansammlung von Pfeilen, z.B.

$$\bullet \longleftarrow \bullet \longrightarrow \bullet \longrightarrow \bullet \qquad \text{oder} \qquad \begin{tikzcd} \bullet \arrow[loop above] \arrow[loop below] \arrow[r] & \bullet \arrow[loop, out=150, in=100] \arrow[loop, out=80, in=30] \arrow[loop below] & \bullet \arrow[l] \arrow[loop above] \arrow[loop below] \end{tikzcd}$$

Eine *Darstellung* von einem Köcher ist nun gegeben durch die Wahl eines Vektorraums an jedem Knotenpunkt und eine lineare Abbildung für jeden Pfeil, z.B. für den linken Köcher

$$V_1 \xleftarrow{f} V_2 \xrightarrow{g} V_3 \xrightarrow{h} V_4.$$

Um in die Theorie der Köcherdarstellungen einzusteigen, benötigt man tatsächlich nur Vorkenntnisse aus der linearen Algebra. Umso erstaunlicher ist es, dass Köcherdarstellungen nicht nur in der Darstellungstheorie, sondern auch in der algebraischen Geometrie bis hin zur mathematischen Physik weitreichende Anwendungen haben.
In diesem Proseminar wollen wir die Darstellungstheorie von Köchern Schritt für Schritt entwickeln. Am Ende des Proseminars behandeln wir den Satz von Gabriel über „darstellungs-endliche" Köcher, der beschreibt, für welche Köcher sich beliebige Darstellungen aus endlich vielen unzerlegbaren Bausteinen zusammensetzen lassen. Erstaunlicherweise gibt es auch hier eine Verbindung zu anderen Teilen der Mathematik, nämlich zu Dynkin-Diagrammen, die in der Klassifizierung von Lie-Algebren eine fundamentale Rolle spielen.
Die Theorie der Köcherdarstellungen ist ein ausgezeichnetes Thema, um abstraktere Konzepte aus der Algebra (assoziative Algebren, Kategorien von Moduln, Anfänge der homologischen Algebra) kennenzulernen und dank der grafischen/diagrammatischen Herangehensweise ganz konkret zu veranschaulichen.

Literatur:

1.) R. Schiffler: *Quiver representations*, CMS Books in Mathematics, Springer, 2014.
2.) A. Kirillov Jr.: *Quiver representations and quiver varieties*, Graduate Studies in Mathematics 174, AMS, 2016.

Notwendige Vorkenntnisse:	Lineare Algebra I und II
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.
Bemerkung:	Um teilzunehmen, kommen Sie bitte in die Vorbesprechung des Proseminares; eine Teilnehmerliste wird nicht vorab ausliegen.

Proseminar: **Gewöhnliche Differentialgleichungen**

Dozentin: **Dr. Susanne Knies**

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

Tutorium: **M.Sc. Janick Gerstenberger**

Vorbesprechung: **06.02.2020, 12 Uhr, SR 125, Ernst-Zermelo-Str. 1**

Teilnehmerliste: Bitte tragen Sie sich bis zum 03.02.2020 in die Interessent*innenliste ein, die in Raum 210 in der Hermann-Herder-Str. 10 ausliegt.

Web-Seite: http://home.mathematik.uni-freiburg.de/knies/lehre/ss20/dglanw/index.html

---

Inhalt:

Differentialgleichungen sind Gleichungen, die sowohl Funktionen wie auch ihre Ableitungen enthalten. In vielen Modellen zur Beschreibung von Vorgängen in den Naturwissenschaften treten diese Differentialgleichungen auf. In diesem Proseminar werden wir uns sowohl mit der Theorie zur Existenz und Eindeutigkeit von Lösungen dieser Gleichungen als auch der Herleitung und Visualisierung expliziter Lösungen beschäftigen.

Literatur:

1.) L. Beck: *Gewöhnliche Differentialgleichungen* Vorlesungsskript 2018, Universität Augsburg (elektronisch verfügbar unter https://assets.uni-augsburg.de/media/filer_public/ec/19/ec199b2d-22ea-4ec1-a3d4-1c7d914e34d3/ode.pdf).
2.) W. Walter: *Gewöhnliche Differentialgleichungen* (7. Auflage), Springer, 2000.
3.) R.L. Borrelli, C.S. Coleman: *Differential Equations: A Modelling Perspective* (Second Edition), Wiley, 2004.

Notwendige Vorkenntnisse:	Analysis I und II
Nützliche Vorkenntnisse:	Lineare Algebra I und II
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.
Bemerkung:	Diese Proseminar ist insbesondere auch für Studierende des 2-Hf-Bachelor-Studienganges geeignet.

Proseminar:	**Spieltheorie**
Dozent:	**Dr. Ernst August v. Hammerstein**
Zeit/Ort:	**Di 16–18 Uhr, SR 127, Ernst-Zermelo-Str. 1**
Tutorium:	**M.Sc. Johannes Brutsche**
Vorbesprechung:	**Do, 13.02.2020, 16:15 Uhr, Raum 232, Ernst-Zermelo-Str. 1**
Teilnehmerliste:	Bitte tragen Sie sich bis zum 11.02.2020 in die Liste ein, die im Sekretariat der Stochastik (Zi. 245, Ernst-Zermelo-Str. 1) ausliegt.
Web-Seite:	https://www.stochastik.uni-freiburg.de/lehre/ss-2020/proseminar-spieltheorie-ss-2020

Inhalt:

Die Spieltheorie modelliert strategisch-rationales Entscheidungsverhalten in Situationen, in denen mehrere Teilnehmer (Spieler) miteinander konkurrieren, mit Hilfe mathematischer Methoden. Sie ist daher originär ein Teilgebiet der Mathematik, hat aber vielfältige Anwendungsfelder, insbesondere in den Wirtschaftswissenschaften.
Ist ein Spiel durch seine Regeln wohldefiniert, stellt sich die Frage nach Existenz und Eindeutigkeit von optimalen Strategien für alle Spieler. Optimale Strategien sind dabei nicht unbedingt solche, die den eigenen Gewinn oder Nutzen maximieren, sondern solche, die den maximalen Verlust (worst case) bei ebenfalls optimal agierenden Mitspielern minimieren (Minimax-Probleme). Diese lässt sich mit spieltheoretischen Methoden beantworten; ein zentrales Lösungskonzept hierzu ist die Bestimmung von Gleichgewichtspunkten (sog. Nash-Gleichgewichte).
Ein klassisches Beispiel hierfür ist die *Hirschjagd*: Zwei Jäger, die mit ihren Gewehren nur jeweils einen Schuss abgeben können, gehen in einen Wald, in dem ein Hase und ein Hirsch leben. Den viel wertvolleren Hirsch können sie nur gemeinsam mit zwei Schüssen erlegen, den Hasen dagegen kann jeder von ihnen mit einem Schuss töten. Wie soll sich nun ein Jäger verhalten, dem zuerst der Hase über den Weg läuft?
Innerhalb des Proseminars sollen sowohl die mathematischen Grundlagen der Spieltheorie erarbeitet als auch einige Anwendungsbeispiele diskutiert werden. Eine genaue Themen- und Literaturliste wird bei der Vorbesprechung ausgegeben werden, zur Einstimmung und Orientierung können jedoch schon die u.g. Bücher dienen.

Literatur:

1.) M. Maschler, E. Solan, S. Zamir: *Game Theory*, Cambridge University Press, 2013 (Kapitel elektronisch verfügbar unter https://ebookcentral.proquest.com/lib/ubfreiburg/detail.action?docID=1113044).
2.) M. Osborne, A. Rubinstein: *A Course in Game Theory*, MIT Press, 1994 (elektronisch verfügbar unter http://ebour.com.ar/pdfs/A%20Course%20in%20Game%20Theory.pdf).
3.) W. Schlee: *Einführung in die Spieltheorie*, Springer Vieweg, 2004.

Notwendige Vorkenntnisse:	Analysis I und II, Lineare Algebra I und II
Nützliche Vorkenntnisse:	Stochastik (1. Teil)
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.
Bemerkung:	Diese Proseminar ist auch für Studierende des 2-Hf-Bachelor-Studienganges geeignet.

Proseminar: **Endliche Körper**

Dozent: **PD Dr. Fritz Hörmann**

Zeit/Ort: **Do 10–12 Uhr, SR 125, Ernst-Zermelo-Str. 1**

Vorbesprechung: **Di 04.02.2020, 13–14 Uhr, SR 119, Ernst-Zermelo-Str. 1**

Web-Seite: http://home.mathematik.uni-freiburg.de/hoermann/ek2020/

Inhalt:

Alle Resultate der linearen Algebra gelten auch für andere Körper als $\mathbb{R}$ oder $\mathbb{C}$. Die vielleicht exotischsten unter diesen sind die *endlichen Körper*, also solche, die nur aus einer endlichen Anzahl N von Elementen bestehen. Es zeigt sich, dass für jede Zahl $N = p^l$, wobei p eine Primzahl ist, ein (eindeutiger) endlicher Körper mit N Elementen existiert. Durch die Endlichkeit eignen sie sich besonders gut für Computerberechnungen und bilden die Basis so wichtiger Anwendungen wie Kodierung und Kryptographie. Ausserdem kann die Lösbarkeit beliebiger Gleichungen, wie z.B. der Fermatgleichung $x^p + y^p = z^p$, immer entschieden werden (Durchprobieren der endlich vielen Möglichkeiten!), aber man kann darüberhinaus nach der *Anzahl* der Lösungen fragen. Diese Anzahlen weisen überraschende und nicht-triviale Gesetzesmäßigkeiten auf. Das Proseminar soll unterschiedliche Aspekte endlicher Körper beleuchten, sowohl theoretische als auch praktische:

1. Existenz von endlichen Körpern und grundlegende Eigenschaften
2. Satz von Wedderburn: Nicht-Existenz von (echten) endlichen Schiefkörpern
3. Gleichungen über endlichen Körpern
4. Kodierung (Hamming Codes, Reed-Solomon Codes, ...)
5. Kryptographie (Public-Key Kryptographie, RSA Verfahren, ...)

Literatur:

1.) H. Kurzweil: *Endliche Körper*, Springer, 2008.
2.) R. Lidl, H. Niederreiter: *Finite Fields*, Cambridge University Press, 1996.
3.) N. Koblitz: *A Course in Number Theory and Cryptography* (Second Edition), Springer, 1994.
4.) X.-d. Hou: *Lectures on Finite Fields*, AMS Graduate Studies in Mathematics, Volume 190, 2018.
5.) K. Ireland, M. Rosen: *A Classical Introduction to Modern Number Theory* (Second Edition), Graduate Texts in Mathematics 84, Springer, 1990.

Notwendige Vorkenntnisse: Lineare Algebra I und II

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

Seminar:	**Analysis**
Dozent:	**Prof. Dr. Guofang Wang**
Zeit/Ort:	**Mi 16–18 Uhr, SR 125, Ernst-Zermelo-Str. 1**
Tutorium:	**Dr. Lei Liu**
Vorbesprechung:	**Mo, 10.02.2020, 16–17 Uhr, SR 119, Ernst-Zermelo-Str. 1**
Web-Seite:	http://home.mathematik.uni-freiburg.de/analysis

Inhalt:

In dem Seminar lesen wir klassische Artikel aus der Analysis, insbesondere den Artikel über harmonische Abbildungen, die die Verallgemeinerung von harmonischen Funktionen und Geodätischen sind.

Literatur:

1.) C. Bandle: *Isoperimetric inequalities*, in: P.M. Gruber, J.M. Wills (Eds.): *Convexity and Its Applications*, Springer (1983), 30–48.

Notwendige Vorkenntnisse:	Analysis III
Nützliche Vorkenntnisse:	Partielle Differentialgleichungen
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.

Seminar:	**Knotentheorie**
Dozent:	**Prof. Dr. Stefan Kebekus**
Zeit/Ort:	**Di 10–12 Uhr, SR 125, Ernst-Zermelo-Str. 1**
Tutorium:	**Dr. Andreas Demleitner**
Vorbesprechung:	**Mo, 10.02.2020, 10:15 Uhr, SR 125, Ernst-Zermelo-Str. 1**
Teilnehmerliste:	Eine Liste zur Anmeldung steht im Büro von Frau Frei (Zi. 421) bereit. Die Anmeldung ist bis zum Freitag, 07.02.2020, vorzunehmen.
Web-Seite:	https://cplx.vm.uni-freiburg.de/de/ss20-knotentheorie/

Inhalt:

Mathematische Knoten sind stetige injektive Abbildungen $S^1 \to S^3$ bzw. allgemeiner $S^n \to S^{n+2}$. Die Knotentheorie beschäftigt sich mit der Frage nach Invarianten, die direkt aus einem Knotendiagramm berechenbar sind und mit denen man verschiedene Knoten voneinander unterscheiden kann. Das Ziel des Seminars ist es, einige der topologischen und algebraischen Invarianten von Knoten kennenzulernen. In diesem Zusammenhang geht es natürlich auch darum, einige Grundbegriffe der algebraischen Topologie (Fundamentalgruppen, Homologie) kennenzulernen bzw. zu vertiefen. Einige algebraische Ausflüge zu Zopfgruppen, Hecke-Algebren und polynomialen Knoten runden das Seminar ab.

Literatur:

1.) S. Bigelow: *Braid groups and Iwahori–Hecke algebras*, Proc. Symp. Pure Math. 74 (2006), 285—299.
2.) A. Durfee, D. O'Shea: *Polynomial knots*, Preprint verfügbar unter https://arxiv.org/pdf/math/0612803.pdf.
3.) A. Hatcher: *Algebraic Topology*, Cambridge University Press, 2002.
4.) A. Kawauchi: *A Survey of Knot Theory*, Birkhäuser, 1996.
5.) C. Kassel, V. Turaev: *Braid groups*, Graduate Texts in Mathematics 247, Springer, 2008.
6.) D. Rolfsen: *Knots and links*, AMS Chelsea Publishing, 1976 (Reprint 2003).
7.) A.R. Shastri: *Polynomial representations of knots*, Tohoku Math. J. 44 (1992), 11—17.
8.) A. Shapiro, J.H.C. Whitehead: *A proof and extension of Dehn's lemma*, Bull. Amer. Math. Soc. 64 (1958), 174-–178.
9.) J.H.C. Whitehead: *A certain open manifold whose group is unity*, Quaterly J. Math. 6 (1935), 268—279.

Notwendige Vorkenntnisse:	Grundlegende Topologie
Nützliche Vorkenntnisse:	Grundlegende Algebra
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.
Bemerkung:	Eine genaue Vortragsliste befindet sich auf der Homepage zur Veranstaltung.

Seminar:	**Topologie von Mannigfaltigkeiten**
Dozentin:	**Prof. Dr. Sebastian Goette**
Zeit/Ort:	**Di 14–16 Uhr, SR 127, Ernst-Zermelo-Str. 1**
Tutorium:	**Dr. Jonas Schnitzer**
Vorbesprechung:	**Mo, 10.02.2020, 13:15 Uhr, SR 318, Ernst-Zermelo-Str. 1**
Web-Seite:	http://home.mathematik.uni-freiburg.de/geometrie/lehre/ss20/MT/

Inhalt:

Differenzierbare Mannigfaltigkeiten bilden eine besonders interessante Klasse topologischer Räume. Kompakte Mannigfaltigkeiten lassen sich modulo Bordismus grob klassifizieren, dabei heißen zwei (orientierte) kompakte Mannigfaltigkeiten bordant, wenn sie gemeinsam den Rand einer (orientierten) kompakten Mannigfaltigkeit bilden. Bordismusgruppen werden durch die Pontryagin-Thom-Konstruktion als Homotopiegruppen von Thom-Räumen klassifizierender Räume beschrieben. Charakteristische Zahlen erlauben es, nicht bordante Mannigfaltigkeiten zu unterscheiden. Die Wu-Formeln stellen einen weiteren Zusammenhang zwischen charakteristischen Klassen modulo 2 und Steenrod-Quadraten her.
Wir stellen Grundlagen bereit wie Transversalitäts- und Einbettungssätze sowie Klassifikation von Vektorbündeln und charakteristische Klassen. Anschließend behandeln wir die Pontryagin-Thom-Konstruktion und beschreiben den orientierten und den komplexen Kobordismusring. Danach führen wir Steenrod-Quadrate ein betrachten Wu-Klassen.

Literatur:

1.) T. Bröcker, T. tom Dieck: *Kobordismentheorie*, Lecture Notes in Mathematics 178, Springer, 1970.
2.) J. Milnor: *Topology from the differentiable viewpoint*, University Press Virginia, 1965 (elektronisch verfügbar unter http://webmath2.unito.it/paginepersonali/sergio.console/Dispense/Milnor%20Topology%20from%20%23681EA.pdf).
3.) J. Milnor, J. Stasheff: *Characteristic Classes*, Annals of Mathematical Studies 76, Princeton University Press, 1974 (elektronisch verfügbar unter http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.448.869&rep=rep1&type=pdf).
4.) D. Quillen: *Elementary Proofs of Some Results of Cobordism Theory using Steenrod Operations*, Advances in Mathematics 7 (1971), 29–56.
5.) R.E. Stong: *Notes on Cobordism Theory*, Princeton University Press, 1968 (elektronisch verfügbar unter https://www.maths.ed.ac.uk/~v1ranick/papers/stongcob.pdf).

Notwendige Vorkenntnisse:	Algebraische Topologie I
Nützliche Vorkenntnisse:	Differentialgeometrie oder -Topologie
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.
Bemerkung:	Es wird empfohlen, parallel Algebraische Topologie II zu hören.

Seminar:	**String Theory**
Dozenten:	**Prof. Dr. Jochum van der Bij, Prof. Dr. Katrin Wendland**
Zeit/Ort:	**Mo 14–16 Uhr, im wöchentlichen Wechsel in SR 125, Ernst-Zermelo-Str. 1 (dort Beginn am 20.04.) und SR II, Physik-Hochhaus, Hermann-Herder-Str. 3**
Tutorium:	**Dr. Mara Ungureanu**
Vorbesprechung:	**Mo, 10.02.2020, 14:15 Uhr, SR 218, Ernst-Zermelo-Str. 1**
Web-Seite:	http://home.mathematik.uni-freiburg.de/mathphys/lehre/SoSe20/Strings.html

Content:

String theory is one of the possible proposals for a description of quantum gravity, containing also possible other interactions. It deals with fundamental questions in relativity, like black holes, the nature of spacetime singularities, and maybe the history of the universe. String theory has also fostered a fascinating interplay between mathematics and physics, such as in the study of Mirror Symmetry or in the stringy explanations for highly non-trivial mathematical facts such as Monstrous Moonshine or the ADE classification of singularities. Due to its breadth and rapid development, string theory literature may appear intractable to the beginner. The aim of this seminar is to provide students with enough background in order to be able to tackle modern research. We shall do this via selected topics that lie at the foundation of string theory, and which include the classical bosonic string action, critical dimension, no-ghost theorems, and covariant quantization.

Literature:

1.) B. Zwiebach: *A First Course in String Theory* (Second Edition), Cambridge University Press, 2009.
2.) M.B. Green, J.H. Schwarz, E. Witten: *Superstring Theory, Volume I*, Cambridge University Press, 1987 (25th Anniversary Edition 2012).
3.) K. Becker, M. Becker, J.H. Schwarz: *String Theory and M-Theory—A Modern Introduction*, Cambridge University Press, 2007 (available at http://www.nucleares.unam.mx/~alberto/apuntes/bbs.pdf).
4.) T. Weigand: Lecture Notes *Introduction to String theory*, available at https://www.thphys.uni-heidelberg.de/~weigand/Skript-strings11-12/Strings.pdf.

Notwendige Vorkenntnisse:	Basic quantum mechanics and field theory, Fourier analysis, partial differential equations, differential geometry.
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.
Bemerkung:	Um teilzunehmen, kommen Sie bitte in die Vorbesprechung des Seminares; eine Teilnehmerliste wird nicht vorab ausliegen.

Seminar:	**Forcingtechniken und Erhaltungssätze**
Dozentin:	**Prof. Dr. Heike Mildenberger**
Zeit/Ort:	**Mo 16–18 Uhr, SR 318, Ernst-Zermelo-Str. 1**
Tutorium:	**M.Sc. Brendan Stuber-Rousselle**
Vorbesprechung:	**Montag, 10.02.2020, 15 Uhr, Zi. 313, Ernst-Zermelo-Str. 1**
Web-Seite:	`http://home.mathematik.uni-freiburg.de/mildenberger/veranstaltungen/ss20/seminar.html`

Inhalt:

Etwa im Jahr 1980 definierte Shelah die Eigenschaft Properness für Forcinghalbordnungen. Properness ist eine Abschwächung der Antiketteneigenschaft ("c.c.c."). Propere Forcings erhalten unter anderem $\aleph_1$ als Kardinalzahl und lassen sich mit abzählbaren Trägern iterieren.

In diesem Seminar studieren wir zuerst einige grundlegende Eigenschaften dieser Forcings und gehen dann zu Anwendungen in der Kombinatorik der Forcingnamen in Iterationen über, die besonders für die relative Konsistenz von Aussagen des Typus $\forall x \exists y \varphi(x, y)$ mit absolutem φ eine Rolle spielen. Es können Bachelor- und Masterarbeiten aus diesem Themenkreis vergeben werden.

Literatur:

1.) U. Abraham: *Proper Forcing*, in: M. Foreman, A. Kanamori (Eds.): *Handbook of Set Theory*, Springer, 2010, 333–394.

2.) K. Kunen: *Set Theory. An Introduction to Independence Proofs*, North Holland, 1980 (elektronisch verfügbar unter `http://blacaman.tripod.com/cursos/pdf/2012-2_0941.pdf`).

3.) K. Kunen: *Set Theory*, College Publications, 2011.

4.) S. Shelah: *Proper Forcing*, Lecture Notes in Mathematics 940, Springer, 1982.

5.) S. Shelah: *Proper and Improper Forcing* (Second Edition), Perspectives in Mathematical Logic, Springer, 1997.

Notwendige Vorkenntnisse:	Mathematische Logik, Mengenlehre
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.

Seminar:	**Ultrafilters and asymptotic combinatorics**
Dozentin:	**Dr. Daniel Palacín**
Zeit/Ort:	**Mi 10–12 Uhr, SR 125, Ernst-Zermelo-Str. 1**
Tutorium:	**Dr. Daniel Palacín**
Vorbesprechung:	**Mi, 12.02.2020, 10 Uhr, SR 318, Ernst-Zermelo-Str. 1**
Web-Seite:	http://home.mathematik.uni-freiburg.de/palacin/

Content:

Combinatorial number theory has its origins in Schur's theorem, which states that for any finite coloring of $\mathbb{N}$ there are three elements x, y and z of the same color with $x + y = z$. A stronger version of Schur's theorem was shown by Hindman:

Theorem. *Any finite coloring of* $\mathbb{N}$ *contains a subset all whose finite sums have the same color.*

The purpose of this seminar is to provide an elementary proof of Hindman's theorem using the Stone space of ultrafilters on $\mathbb{N}$, as well as other famous combinatorial theorems such as Waerden's theorem on the existence of arbitrarily large monochromatic arithmetic progressions.

Literature:

1.) V. Bergelson: *Ultrafilters, IP sets, Dynamics, and Combinatorial Number Theory*, in: V. Bergelson, A. Blass, M. Di Nasso, R. Jin (Eds.): *Ultrafilters across mathematics*, Contemporary Mathematics 530, AMS (2010), 23–47.
2.) M. Di Nasso, I. Goldbring, M. Lupini: *Nonstandard Methods in Ramsey Theory and Combinatorial Number Theory*, Lecture Notes in Mathematics 2239, Springer, 2019.

Notwendige Vorkenntnisse:	Keine
Nützliche Vorkenntnisse:	Mathematische Logik, Topologie
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.

Seminar:	**Strömungsdynamik**
Dozent:	**Prof. Dr. M. Růžička**
Zeit/Ort:	**Fr 10–12 Uhr, SR 127, Ernst-Zermelo-Str. 1**
Tutorium:	**M.Sc. Alex Kaltenbach**
Vorbesprechung:	**04.02.2020, 13:00 Uhr, SR 218, Ernst-Zermelo-Str. 1**
Teilnehmerliste:	Bei Frau Tress, Raum 205, Hermann-Herder-Str. 10

Inhalt:

Im Seminar werden wir Techniken und Methoden zur Behandlung von Stokes- und Navier-Stokes-Gleichungen erarbeiten. Diese beinhalten sowohl theoretische als auch numerische Fragestellungen. Die behandelten Themen eignen sich als Grundlage für Bachelorarbeiten.

Notwendige Vorkenntnisse:	Einführung in Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen oder Funktionalanalysis
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.

Seminar: **Optimierungsaufgaben mit Nebenbedingungen**

Dozentin: **Prof. Dr. P. Dondl**

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

Tutorium: **M.Sc. Luca Courte**

Vorbesprechung: **10.02.2020, 14:15 Uhr, Raum 216, Herman-Herder-Str. 10**

Teilnehmerliste: Bitte bis zum 07.02.2020 in die Liste bei Frau Wagner (Raum 219, Hermann-Herder-Str. 10) eintragen.

Inhalt:

Im Seminar werden lineare und nichtlineare Optimierungsaufgaben mit Nebenbedigungen und Variationsungleichungen behandelt. Neben theoretischen Existenzresultaten werden wir numerische Algorithmen zur Berechnung von Lösungen dieser Probleme kennenlernen. Wir werden uns unter anderem mit folgenden Themen beschäftigen: Optimalitätsbedingungen, Simplex-Verfahren, Penality-Methoden, Lagrange-Newton-Verfahren, Fixpunkt-Verfahren.

Die Seminarthemen sind besonders für 2-Hf-Bachelor- und GymPO-Studierende geeignet.

Literatur:

1.) C. Geiger, C. Kanzow: *Theorie und Numerik restringierter Optimierungsaufgaben*, Springer, 2002.

Notwendige Vorkenntnisse: Numerik (Teile 1 und 2)

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

Seminar:	**Mathematical Foundations of Statistical Learning**
Dozentin:	**Prof. Dr. Angelika Rohde**
Zeit/Ort:	**Di 10–12 Uhr, SR 127, Ernst-Zermelo-Str. 1**
Tutorium:	**M.Sc. Dario Kieffer**
Vorbesprechung:	**Do, 06.02.2020, 14:00 Uhr, Raum 232, Ernst-Zermelo-Str. 1**
Web-Seite:	https://www.stochastik.uni-freiburg.de/professoren/rohde

---

Content:

Statistical Learning Theory has demonstrated its usefulness by providing the ground for developing successful and well-founded learning algorithms. The usual framework is as follows. We consider a space $\mathcal{X}$ of possible inputs (instance space) and a space $\mathcal{Y}$ of possible outputs (label sets). The product space $\mathcal{X} \times \mathcal{Y}$ is assumed to be measurable and is endowed with an *unknown* probability measure. Based on n independent input-output pairs $(X_1, Y_1), \ldots, (X_n, Y_n)$ sampled according to this probability measure, the goal of a learning algorithm is to pick a function g in a space $\mathcal{G}$ of functions from $\mathcal{X}$ to $\mathcal{Y}$ in such a way that this function should capture as much as possible the relationship (which may not be of a functional nature) between the random variables X and Y.

In this seminar, we study this problem in a mathematically rigorous way, particularly focusing on recent learning algorithms. The theory of empirical processes will be shown to play a fundamental role in their analysis.

Das Seminar kann wahlweise in deutscher oder englischer Sprache abgehalten werden. Literatur wird in der Vorbesprechung bekanntgegeben werden.

Notwendige Vorkenntnisse:	Analysis und Grundlagen der Stochastik
Nützliche Vorkenntnisse:	Wahrscheinlichkeitstheorie
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.
Bemerkung:	Um teilzunehmen, kommen Sie bitte in die Vorbesprechung des Seminares; eine Teilnehmerliste wird nicht vorab ausliegen.

Seminar:	**Medical Data Science**
Dozent:	**Prof. Dr. Harald Binder**
Zeit/Ort:	**Mi 10:00–11:30 Uhr, SR 226, Hermann-Herder-Str. 10**
Vorbesprechung:	**Mi, 29.01.2020, 10:30–11:30 Uhr, Konferenzraum Institut für Medizinische Biometrie und Statistik, Stefan-Meier-Str. 26, 1. OG**
Web-Seite:	http://www.imbi.uni-freiburg.de/lehre/WLV/SoSe/MDS

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. Zu Beginn des Seminars werden ein oder zwei Übersichtsvorträge stehen, die als vertiefende Einführung in die Thematik dienen.

Hinweise auf einführende Literatur werden in der Vorbesprechung (s.o.) gegeben.

Vorherige Anmeldung per E-Mail (sec@imbi.uni-freiburg.de) ist erwünscht.

Notwendige Vorkenntnisse:	Gute Kenntnisse in Wahrscheinlichkeitstheorie und Mathematischer Statistik
Folgeveranstaltungen:	Kann als Vorbereitung für eine Masterarbeit dienen.
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.

Seminar:	**Quantitative Finance**
Dozentin:	**Prof. Dr. Eva Lütkebohmert-Holtz**
Zeit/Ort:	**Di, 8:30–10:00 Uhr, Raum 3043, KG III**
Tutorium:	**Dr. Jonathan Ansari**
Vorbesprechung:	**Am ersten Seminartermin (Di, 21.04.2020, 8:30 Uhr)**
Web-Seite:	`http://www.finance.uni-freiburg.de/studium-und-lehre/ss2020/qfsose2020`

Content:

In this course, we will study different statistical methods for analysing large data sets and apply these to different practical problems in finance and economics.
Topics may include:

- regression models (linear and logistic regression, estimation methods)
- model selection (in- and out-of-sample performance, regularization, cross validation)
- treatment effects (natural experiments, uncertainty quantification)
- classification methods (binary classification, multinomial logistic regression)
- networks (directed graphs, connectivity, page rank, Bayesian networks)
- dependence modelling (vine copulas, tail copulas)
- factor models (dimension reduction, latent variables, PCA)

Literature:

1.) G. James, D. Witten, T. Hastie, R. Tibshirani: *An Introduction to Statistical Learning*, Springer, 2013.
2.) T. Hastie, R. Tibshirani, J. Friedman: *The Elements of Statistical Learning* (Second Edition), Springer, 2009.
3.) C. Bishop: *Pattern Recognition and Machine Learning*, Springer, 2006.
4.) K.P. Murphy: *Machine Learning. A Probabilistic Perspective*, MIT Press, 2012.

Nützliche Vorkenntnisse:	Statistik
Studien-/Prüfungsleistung:	Die Anforderungen an Studien- und Prüfungsleistungen entnehmen Sie bitte dem aktuellen Modulhandbuch.
Bemerkung:	The course will be taught in English.

4. Oberseminare, Projektseminare und Kolloquien

Lesekurs: **Wissenschaftliches Arbeiten**

Dozent: **Alle Professor/inn/en und Privatdozent/inn/en des Mathematischen Instituts**

Zeit/Ort: **nach Vereinbarung**

Inhalt:

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

Der Inhalt des Lesekurses, die näheren Umstände sowie die zu erbringenden Studienleistungen (typischerweise regelmäßige Treffen mit Bericht über den Fortschritt des Selbststudiums, eventuell Vorträge in einer Arbeitsgruppe, einem Oberseminar, Projektseminar …) werden zu Beginn der Vorlesungszeit von der Betreuerin/dem Betreuer festgelegt. Die Arbeitsbelastung sollte der einer vierstündigen Vorlesung mit Übungen entsprechen.

Die Betreuerin/der Betreuer entscheidet am Ende der Vorlesungszeit, ob die Studienleistung bestanden ist oder nicht. Im M.Ed. und im Modul „Mathematik“ des M.Sc. gibt es eine mündliche Abschlussprüfung über den Stoff des Lesekurses, im Vertiefungsmodul des M.Sc. eine mündliche Abschlussprüfung über sämtliche Teile des Moduls. Ein Lesekurs zur Vorbereitung auf die Master-Arbeit kann im M.Sc. auch im Wahlmodul angerechnet werden (ohne Prüfung, nur Studieneistung).

Im M.Sc.-Studiengang ist daran gedacht, dass Sie einen, maximal zwei Lesekurse absolvieren.

Verwendbarkeit:	M.Ed.: Modul *Wissenschaftliches Arbeiten* M.Sc.: Vertiefungsmodul, Wahlmodul, Modul *Mathematik*
Notwendige Vorkenntnisse:	hängen vom einzelnen Lesekurs ab

Projektseminar:	**Seminar des Graduiertenkollegs GK 1821**
Dozent:	**Die Dozentinnen und Dozenten des Graduiertenkollegs**
Zeit/Ort:	**Mi 14–16 Uhr, SR 404, Ernst-Zermelo-Str. 1**
Web-Seite:	https://www.gk1821.uni-freiburg.de/

Content:

We are studying a subject within the scope our Graduiertenkolleg "Cohomological Methods in Geometry": algebraic geometry, arithmetic geometry, representation theory, differential topology or mathematical physics or a mix thereof.
The precise topic will be chosen at the end of the preceeding semester. The program will be made available via our web site.
The level is aimed at our doctoral students. Master students are very welcome to participate as well. ECTS points can be gained as in any other seminar. For enquiries, see Prof. Dr. Annette Huber-Klawitter or any other member of the Graduiertenkolleg.

ECTS-Punkte:	im M.Sc.-Studiengang 6 Punkte
Notwendige Vorkenntnisse:	je nach Thema, meist algebraische Geometrie

Veranstaltung: **Kolloquium der Mathematik**

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

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

Inhalt:

Das Mathematische Kolloquium ist eine gemeinsame wissenschaftliche Veranstaltung des gesamten Mathematischen Instituts. Sie steht allen Interessierten offen und richtet sich neben den Mitgliedern und Mitarbeitern des Instituts 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 `http://home.mathematik.uni-freiburg.de/kolloquium/`

Impressum

Herausgeber:

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