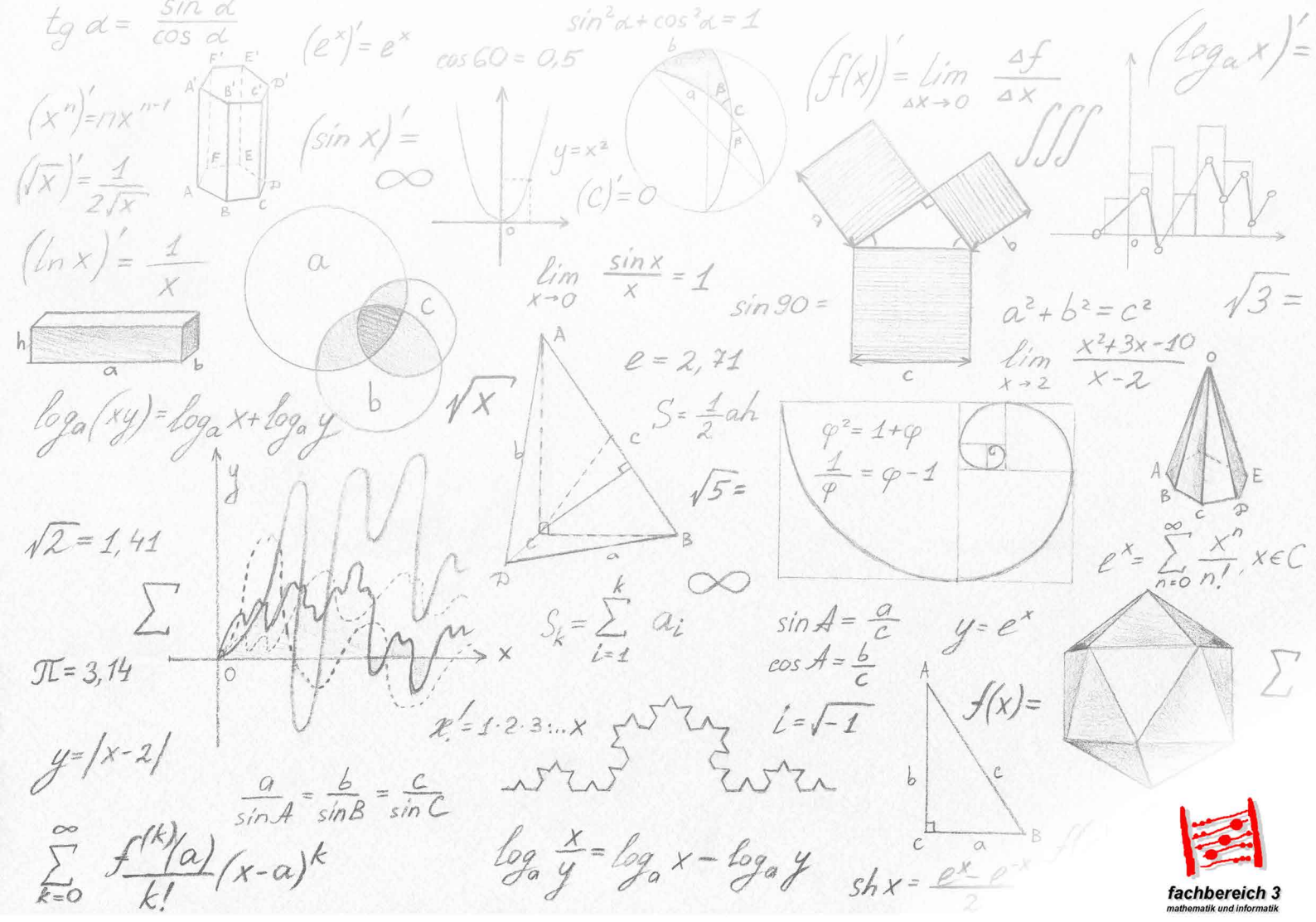
Universität Bremen

Lehrveranstaltungen

Mathematik und Technomathematik

Wintersemester 2021/2022



fachbereich 3
mathematik und informatik

Lehrveranstaltungen im Wintersemester 2021/2022

Die vorliegende Veranstaltungsbroschüre fasst die Lehrveranstaltungen für die Bachelor- und Masterstudiengänge Mathematik sowie Technomathematik für das Wintersemester 2021/2022 zusammen[1]. Weitere Informationen finden Sie im Veranstaltungsverzeichnis der Universität Bremen. Dort finden Sie u. a. auch die Zuordnungen zu den einzelnen Vertiefungsrichtungen für Studierende im Master Mathematik.

Einzelheiten zu den aufgeführten Veranstaltungen sowie aktuelle Ankündigungen finden Sie im Stud.IP. Das Kürzel VAK bezeichnet hier die Veranstaltungskennziffer bzw. -nummer. Mit dieser können Sie die jeweilige Veranstaltung im Stud.IP finden. Für die einzelnen Inhalte sind die jeweiligen Lehrenden verantwortlich.

Stipendien und Fördermöglichkeiten

Nachstehend möchten wir Sie zudem über einige Stipendien und Fördermöglichkeiten informieren. Auf der Seite Studienfinanzierung und Jobben der Universität Bremen finden Sie eine Vielzahl an Fördermöglichkeiten, von denen wir einige kurz beschreiben möchten:

- Stipdendienlotse; Durch das BMBF betriebene Suchmaschine, die einem ermöglicht auch kleinere Stipendienmöglichkeiten zu finden
- Stipendiumplus; Übersicht über Stipendien im Rahmen der Begabtenförderung
- Deutschlandstipendium; Vermutlich der größte einzelne Stipendiengeber an der Universität Bremen
- BYRD; Wendet sich eigentlich an Promovierende, vergibt aber auch Stipendien an Studierende. Zudem finden Sie dort eine Liste der Vertrauenspersonen an der Universität Bremen

Zudem bietet das BAföG weitere Fördermöglichkeiten.

[1] Stand: September 2021

Kontakt

Studienzentrum Mathematik

Anlaufstelle bei Fragen zu Studieninhalten, Studienplanung, Studiengestaltung, Anerkennungen und Auslandsstudium sowie Prüfungsordnungen und mögliche Schwerpunktsetzung im Studium. Zudem zuständig für die Erstellung dieser Broschüre.

Lars Siemer
MZH 1300
+49 (0) 421 218 63744
szmathe@uni-bremen.de

www.szmathe.uni-bremen.de

Inhaltsverzeichnis

Pflichtvorlesungen

Algebra 1

Analysis 1 3

Analysis 3 5

Computerpraktikum 6

Lineare Algebra 1 7

Mathematische Modellierung 10

Modellierungsseminar (Teil 2) 12

Numerik 1 13

Numerik partieller Differentialgleichungen 15

Wahlvorlesungen

Algebraische Topologie 17

Algorithmische Diskrete Mathematik 18

Algorithmic Game Theory 20

Algorithms and Uncertainty 22

Asymptotic Analysis 24

Funktionentheorie 27

Interpretable Machine Learning 29

Maß- und Wahrscheinlichkeitstheorie 31

Semiclassical Analysis 34

Statistik 1 36

Statistik 3 (Generalisierte Lineare Modelle) 38

Time Series Analysis, Univariate and Multivariate Methods 40

Trajectory Optimization 42

Proseminare & Seminare

Anwendungen der nichtlinearen Optimierung und optimale Steuerung 45

Diskrete Optimierung 47

Einführung in die Analysis auf Graphen 49

Ergodentheorie 51

ForschungsErfahrungen im Bachelor 53

High-Performance Visualization 54

Highlights of Robust Optimization 57

Informationstheorie 58

Lineare Algebra 60

Machine Learning in 3D an Mechanical Applications 63

Numerik partieller Differentialgleichungen 65

Stochastik 66

Reading Courses

Reading Course Algebra 68

Reading Course Analysis 69

Reading Course Numerik 71

Reading Course Statistik/Stochastik 72

General Studies

Data Science in Natural Sciences using R 74

Einführung in R 76

Algebra

VAK: 03-M-ALG-1

Dr. Tim Haga

Kontakt: timhaga@uni-bremen.de

Veranstaltungsbeschreibung

Algebra ist eines der Grundlagenfächer der reinen Mathematik. Die Algebra beschäftigt sich mit dem Studium abstrakter Strukturen, welche die Basis für die moderne Mathematik bilden. In dieser Einführungsvorlesung beschäftigen wir uns mit:

- Gruppen (hier Schwerpunkt);
- Kategorien;
- Ringe;
- Moduln;
- Körper.

Außerdem werden wir uns mit einigen kombinatorischen Problemen und deren algebraischen Lösungsverfahren beschäftigen.

Ablauf, Format und Prüfungsform

Es handelt sich um eine klassische 4+2-Vorlesung, d. h. es gibt wöchentlich zwei zweistündige Vorlesungen (montags und donnerstags) sowie eine zweistündige Übung. Die Studienleistung besteht im erfolgreichen Bearbeiten (min. 65% der Punkte) wöchentlicher Übungsaufgaben. Die Modulprüfung wird am Ende des Semesters als mündliche Prüfung erfolgen.

Voraussetzungen

Formale Voraussetzungen gibt es nicht. Ein wenig Grundwissen aus der Linearen Algebra und Aussagenlogik sind hilfreich. Einige Beispiele kommen aus der linearen Algebra; Prinzipiell ist es aber möglich, die Vorlesung ohne Grundkenntnisse aus anderen Veranstaltungen zu belegen.

Literaturempfehlungen

- P. Aluffi: *Algebra: Chapter 0*, Graduate Studies in Mathematics **104**, AMS, 2009.
- C. Karpfinger, K. Meyberg: *Algebra*, Springer Spektrum, 2. Auflage 2010.
- G. Wüstholz, C. Fuchs: *Algebra*, Springer Spektrum, 3. Auflage 2020.
- S. Lang: *Algebra*, Graduate Texts in Mathematics **211**, Springer, 3rd edition 2002.

Analysis 1

VAK: 03-M-ANA-1.1 & 03-M-ANA-1.2

Prof. Dr. Anke Pohl

Kontakt: apohl@uni-bremen.de

Wer die Geometrie begreift,
vermag in der Welt alles zu verstehen.
Galileo Galilei

Veranstaltungsbeschreibung

Was für die Geometrie in obigem Zitat gesagt wird, gilt in gleichem Maße für die Analysis und die Lineare Algebra. Diese Gebiete sind aus dem dringenden Bedürfnis der Menschheit, die Welt, in der wir leben, zu verstehen und gezielt beeinflussen zu können, entstanden. Die Vorlesungen *Analysis 1* und *Lineare Algebra 1* sind daher grundlegend für alle mathematischen Studiengänge. Jede fortgeschrittenere Veranstaltung baut in der einen oder anderen Weise auf diesen beiden Pflichtvorlesungen auf.
Hauptobjekte der *Analysis 1* sind die reellen und komplexen Zahlen (und damit z.B. auch der Funktionen auf diesen Zahlbereichen). Das ganz zentrale Konzept ist das des Grenzwertes, von dem wir z.B. sehen werden, dass wir damit die Konzepte der Stetigkeit und Differenzierbarkeit äußerst präzise und elegant fassen können.

Format

Die Veranstaltung Analysis 1 besteht aus den folgenden drei Teilveranstaltungen:

- **Vorlesung:** Jede Woche finden 4 SWS (2×2 SWS) Vorlesungen statt.
- **Übungen in kleinen Gruppen:** In jeder Woche erhalten Sie ein Übungsblatt mit Aufgaben, die Sie in Heimarbeit lösen und den Übungsleiter*innen zur Korrektur abgeben. In den Übungsgruppen werden die Lösungen zu den Aufgaben in kleinen Gruppen besprochen. Die Einteilung in die Übungsgruppen findet zu Beginn der Vorlesungszeit statt. Sie besuchen genau eine der angebotenen Übungsgruppen.
- **Vertiefung (Plenum):** In den Vertiefungen werden weitere Aspekte des Vorlesungsstoffes besprochen und eingeübt. Studierende der Vollfach-Mathematik und der Technomathematik besuchen die *Vertiefung zur*

Analysis 1 für Vollfach (gehalten von A. Pohl). Lehramtsstudierende besuchen das Projektplenum *Vertiefung zur Analysis 1 für Lehramt* (gehalten von I. Schäfer).

Alle Teilveranstaltungen finden voraussichtlich in Präsenz statt.

Voraussetzungen

Keine formalen Voraussetzung. Solide Kenntnisse der Schulmathematik werden empfohlen.

Weitere Informationen

Weitere und detailliertere Informationen zu Studien- und Prüfungsleistungen, der Übungsgruppeneinteilung, Literempfehlungen, etc. finden Sie zum Vorlesungsbeginn im Stud.IP.

Analysis 3

VAK: 03-M-ANA-3

Prof. Dr. Jens Rademacher

Kontakt: jdmr@uni-bremen.de

Veranstaltungsbeschreibung

Das Modul Analysis 3 ist die Fortsetzung von Analysis 1/2 und baut auf den Inhalten auf. Themen sind:

- Implizite Funktionen.
- Gewöhnliche Differentialgleichungen: Existenz und Eindeutigkeit von Lösungen, spezielle Typen von Differentialgleichungen, explizite Lösungsmethoden, lineare Differentialgleichungen n-ter Ordnung und lineare Systeme von Differentialgleichungen, Stabilität.
- Integrationstheorie: maßtheoretische Grundlagen, Lebesgueintegral, mehrfache Integrale, Transformationsformel.
- Vektoranalysis: Kurven- und Oberflächenintegrale, Integration auf Mannigfaltigkeiten, Integralsätze von Gauß und Stokes

Ablauf, Format und Prüfungsform

Wöchentlich zwei Vorlesungen (mit Diskussionsanteil) und eine Übung. Modulprüfung gegen Semesterende voraussichtlich mündlich, sonst schriftlich.

Voraussetzungen

Analysis & Lineare Algebra 1/2.

Literaturempfehlungen

Vorlesungsinhalte richten sich nach:

- 1) Lasser/Hofmaier (aus in Ana1/2; pdf in SUUB)
- 2) J. Prüss, M. Wilke, „Gewöhnliche Differentialgleichungen und dynamische Systeme“, Birkhäuser. (pdf aus SUUB)
- 3,4) O. Forster. Analysis 3, Vieweg (pdf aus SUUB)

Computerpraktikum

(Einführung in Linux und Programmierung)

VAK: 03-M-COM-1

Michael Eden

Kontakt: eden.michael@uni-bremen.de

Veranstaltungsbeschreibung

Das *Computerpraktikum* ist eine Pflichtveranstaltung für Vollfach- und Technomathematiker im Bachelor[2] und findet als Blockveranstaltung über 2 Wochen in der vorlesungsfreien Zeit statt. Für die Veranstaltung gibt es 3 CP und sie wird voraussichtlich in Präsenz stattfinden.

Kurz zu den Inhalten. Die Veranstaltung führt in die Arbeit mit Computern und in die Programmierung ein und setzt dabei keine Vorerfahrungen auf diesem Gebiet voraus. Zentrale Inhalte:

- Arbeiten mit Linux und der Befehlszeile
- Algorithmen und Algorithmenentwicklung
- Arbeiten mit der Software MATLAB
- Programmiersprachen C++ und Python

Dafür werden wir in den ersten Wochen zunächst einige allgemeine Überlegungen machen (Bilanzprinzip, Maßformulierungen, Dichtefunktionen), die im weiteren Verlauf auf die unterschiedlichen Themen angewendet werden.

Ablauf, Format und Prüfungsform

Das Praktikum wird als Blockkurs mit einer Dauer von zwei Wochen in der vorlesungsfreien Zeit durchgeführt. Der genaue Termin wird über StudIP bekanntgegeben werden. Während des Kurses finden Vorlesungen sowie praktische Übungen in einem Gesamtumfang von 2+2 SWS statt, der berechnete Arbeitsaufwand beträgt 3 CP. Zum Bestehen des Moduls ist eine unbenotete Studienleistung zu erbringen. Diese besteht in regelmäßiger, aktiver Teilnahme an den Übungen, erfolgreicher Bearbeitung von Übungsaufgaben sowie einem kurzen Prüfungsgesprächs.

[2] Laut Musterstudienplan für das 1. Semester vorgesehen.

Lineare Algebra 1

VAK: 03-M-LAG-1.1 & 03-M-LAG-1.2

Dr. Eugenia Saorín Gómez

Kontakt: esaoring@uni-bremen.de

Veranstaltungsbeschreibung

Lineare Algebra ist eine grundlegende Säule der Mathematik, und Wissenschaft im Allgemeinen. Sie behandelt Begriffe, Strukturen und Methoden, die fundamental in mehreren Bereichen der höheren Mathematik, sind.
Die Konzepte und Methoden der linearen Algebra werden für die Entwicklung vieler Disziplinen, innerhalb und außerhalb der Mathematik, benötigt. Daher ist die verpflichtende Einbeziehung als grundlegende Vorlesung des ersten Semesters völlig gerechtfertigt.
In dieser Vorlesung werden die grundlegenden Konzepte und Werkzeuge der linearen Algebra entwickelt. In späteren Fächern des Studiums werden die hier erlernten Kenntnisse angewandt und Sie sollten auch in der Lage sein, diese weiter zu entwickeln. Deshalb ist es so wichtig, wie man mit den Methoden umgeht. Vor allem, müssen die dahinter stehenden Konzepte und Ideen gut verstanden werden.
Die Vorlesung dient der Vermittlung der notwendigen Kenntnisse. Alle diese erwähnten Begriffe, Strukturen und Methode werden von Grund auf entwickelt. Die Vorlesung wird auch zu der Einführung der mathematischen Sprache und Denkweise führen. Die ersten Wochen der Vorlesung werden dazu dienen, die Sprache der Mathematik und ihre Grundlagen einzuführen, so dass, im Anschluss, präzise und wissenschaftliche Beschreibungen und Herangehenweisen mit den abstrakten Begriffen und Methoden geleistet werden können.

Wichtige Themen (Auswahl) sind dabei:

1. Grundlagen der Mathematik: Mengenlehre, Logik, Abbildungen, Äquivalenzrelationen, algebraische Strukturen (Gruppen, Ringe, Körper)
2. Vektorräume, Unterräume
3. Basen, Dimension
4. Lineare Abbildungen, Lineare Gleichungssysteme
5. Matrizen und Determinanten

Ablauf, Format und Prüfungsform

Die Lineare Algebra (wovon die Lineare Algebra 1 der erste Teil ist) ist ein Pflichtmodul der mathematischen Studiengänge und gliedert sich in eine Vorlesung im Wintersemester, Lineare Algebra 1, und eine anschließende Vorlesung im Sommersemester, Lineare Algebra 2. Begleitend dazu sind wöchentliche Übung und das Projektplenum (Vertiefung zur Linearen Algebra 1).

Die Vorlesung Lineare Algebra 1 besteht aus:

- 2 Vorlesungseinheiten in der Woche:
  - Montags 8:00 - 10:00, HS 1010 (Kleiner Hörsaal)
  - Donnerstags 14:00 - 16:00, GEO 1550 (Hörsaal)
- 1 Übungseinheit in der Woche (präzise Info wird in der ersten Oktober Woche über StudIP zur Verfügung gestellt)

Das Modul Lineare Algebra enthält 2 Leistungskomponenten: Prüfungsleistung und Studienleistung.

- Die Prüfungsleistung ist eine benotete Leistung, die mit einer Klausur im Sommersemester erfolgt.
- Die Studienleistung besteht aus 5 Komponenten:
  1. Übung Lineare Algebra 1
  2. Vertiefung Lineare Algebra I (Plenum)
  3. Studienleistungsklausur zur Linearen Algebra 1
  4. Übung Lineare Algebra II (Sommer Semester)
  5. Vertiefung Lineare Algebra II (Sommer Semester)

Begleitend zur Vorlesung werden wöchentliche Übungen statt finden. In der Mathematik stehen Übungsaufgaben in einer zentralen Position. In den Übungsgruppen werden zur Vorlesung begleitende Aufgaben diskutiert. Die aktive Teilnahme an den Übungen ist ein sehr wichtiger Aspekt für das Verständnis und den erfolgreichen Abschluss der Vorlesung. Die wöchentliche Abgabe von Aufgaben ist ein Bestandteil der Studienleistung des Moduls Lineare Algebra. Näheres dazu wird in Stud.IP zu finden sein (ab der ersten Woche Oktober).

Sprache: Die Sprache der Vorlesung Lineare Algebra I (und der Vertiefung zur Linearen Algebra, siehe unten) ist Deutsch.

Vertiefung zur Linearen Algebra 1 *für Vollfach*

Das Projektplenum: Vertiefung zur Linearen Algebra 1 ist ein Bestandteil des Moduls Lineare Algebra.
Die Lehrveranstaltung, mit 2 SWS, begleitet die Lineare Algebra 1 Vorlesung und die erfolgreiche Teilnahme dessen ist notwendiger Teil um die Studienleistung des Modules Lineare Algebra zu erwerben.
Es wird für Vollfach und Lehramt Mathematik Studierende parallel bzw. getrennt gehalten.
Das Hauptziel des Kurses ist die Begleitung der Hauptschritte im Studium der Linearen Algebra, um diese zu trainieren, zu verstärken und, so weit wie möglich, zu vertiefen.

Literatur

Sie finden in Stud.IP, unter dem Reiter Referenzen, Literatur auf Deutsch und auf Englisch, zusammen mit online verfügbaren Materialien.

Mathematische Modellierung

VAK: 03-M-MM-1

Prof. Dr. Andreas Rademacher

Kontakt: arademac@uni-bremen.de

Veranstaltungsbeschreibung

Das Modul *Mathematische Modellierung* ist eine Pflichtveranstaltung im Bachelor Studiengang Technomathematik und eine Wahlveranstaltung für Mathematik Vollfach. Für die Veranstaltung gibt es 9 CPs.
Inhaltlich wird es um die Frage gehen, wie sich reale Problemstellungen aus den angewandten Wissenschaften sinnvoll mathematisch beschreiben und untersuchen lassen. Dabei werden wir grundsätzlich weniger auf den typischen *Satz-Beweis-Aufbau* einer Mathematikvorlesung setzen, sondern problemorientiert die folgenden Themen betrachten:

- *Biologie*: Populationsdynamiken, epidemiologische Modelle
- *Chemie*: Diffusion und chemische Reaktionen
- *Thermodynamik*: Verteilung von Wärme
- *Mechanik*: Deformationen von Materialien, Fluidströmungen

Zu Beginn der Veranstaltung werden einige allgemeine Überlegungen angestellt, die sich im weiteren Verlauf in den unterschiedlichen Themen wiederfinden.

Ablauf, Format und Prüfungsform

Die Veranstaltung gliedert sich in drei Teile: *Vorlesung, Praktikum und Übung.* Die Vorlesung wird zu Beginn der Vorlesungszeit 4 SWS pro Woche umfassen. Später wird der Umfang zu Gunsten des Praktikums reduziert. Die Übung umfasst über das gesamte Semester 2 SWS pro Woche. Im Rahmen des Praktikums wird ein begleitendes Modellierungsprojekt in kleineren Gruppen von 3 bis 4 Personen während der Vorlesungszeit parallel zur Vorlesung bearbeitet. Thematisch geht es um kleinere Modellierungsaufgaben z.B. zu Wärmeverteilungen. Als Ausgleich für den Mehraufwand im Gegensatz zu anderen Veranstaltungen mit 9 CPs wird der Umfang der Vorlesungsstunden reduziert. Im Rahmen des Projektes sind 4 kurze Vorträge passend zum Stand

der Bearbeitung zu halten und ein Report mit ca. 10 Seiten zum Abschluss zu verfassen.
Die Modulnote setzt sich gewichtet aus der Note der mündlichen Prüfung (70%) und der Projektnote (30%) zusammen. Zum Bestehen müssen beide Einzelnoten mindestens 4.0 sein. Die Projektnote schließt dabei sowohl die Vorträge als auch den finalen Report ein.
Ein Teilnahmenachweis wird erteilt, wenn im Durchschnitt 50% der Punkte der Übungsblätter erzielt wurden und das Projekt erfolgreich bearbeitet wurde.

Literaturempfehlungen

- Ch. Eck, H. Garcke, P. Knabner: *Mathematische Modellierung*, 3. Auflage, Springer Spektrum, 2017

Modellierungsseminar (Teil 2)

VAK: 03-M-MS-2

Dr. Matthias Knauer

Kontakt: knauer@math.uni-bremen.de

Veranstaltungsbeschreibung

Über zwei Semester hinweg bearbeiten die Teilnehmer*innen des Modellierungsseminars in Teamarbeit ein Projekt, bei dem sie ihre bereits erworbenen mathematischen Kenntnisse in Anwendungen außerhalb der Mathematik zum Einsatz bringen sollen.
Die Projektpartner können dabei Industrieunternehmen oder Forschungsinstitute sein. Das Themenspektrum wird durch das Angebot der Projektpartner bestimmt.

Ablauf, Format und Prüfungsform

- regelmäßige Online-Meetings über Zoom oder in Präsenz (nach Absprache)
- Vorträge der Teilnehmenden über ihre Themen und aktutellen Bearbeitungsstand
- Ergänzende Vorträge zu Projektmanagement

Die Bewertung erfolgt anhand dieser Abgaben:

- interner mathematischer Vortrag und öffentlicher anwenderorientierter Vortrag
- schriftliche Ausarbeitung (ca. 30 Seiten)
- Poster (oder vergleichbares Format, z.B. Video, interaktive Software, Demonstrator)

Voraussetzungen

Diese Veranstaltung ist die Fortführung von „Modellierungsseminar (Teil 1)“.

Numerik 1

VAK: 03-M-NUM-1

Prof. Dr. Christof Büskens

Kontakt: bueskens@uni-bremen.de

Veranstaltungsbeschreibung

Die Numerik I Veranstaltung ist eine Einführung in die Digitalisierung der Mathematik. Gegenstand der numerischen Mathematik (oder einfach Numerik) ist die näherungsweise Lösung mathematischer Probleme durch die Konstruktion von Algorithmen auf Computern. Sie kommt insbesondere dort zur Anwendung, wo keine explizite Lösung des mathematischen Problems existiert, die Fragestellung zu komplex ist um sie ohne Computer lösen zu können oder wiederholte Berechnungen wiederkehrernder Aufgaben notwendig sind.
Die Numerik stützt sich oft auf Ergebnisse der reinen Mathematik und reflektiert mathematische Eigenschaften des Problems. Sie ist stets wichtig, wenn rein theoretische Aussagen fruchtbar genutzt werden sollen und stellt daher die natürliche Verbindung zu modernen Fragestellungen aus den Ingenieur- und Naturwissenschaften sowie der Industrie dar.
Die Veranstaltung ist eine Einführung in diese Disziplin und umfasst z.B. die Themen:

- Computerzahlen, Gleitpunktarithmetik, Rundungsfehler
- Lineare Gleichungssysteme
- Ausgleichsprobleme (Least-Squares-Probleme)
- Interpolations- und Approximationsaufgaben
- Nichtlineare Gleichungssysteme
- Integration (Quadratur)
- Gewöhnliche Differentialgleichungen: Einschrittverfahren für Anfangswertprobleme

Ablauf, Format und Prüfungsform

Die Veranstaltung besteht aus der Vorlesung und Übungen. Wesentlicher Bestandteil der praktischen Übungen ist der Umgang mit mathematischer Software (z.B. Matlab) oder/und einer höheren Programmiersprache. Die Vorlesungs-, Übungs- und Prüfungsformen werden noch festgelegt.

Voraussetzungen

Es gibt keine formalen Voraussetzungen, aber es wird die dringende Empfehlung zu Kenntnissen der Analysis 1/2 und linearen Algebra ausgesprochen. Grundkenntnisse in Programmierung und der Benutzung mathematischer Software ist von Vorteil.

Literaturempfehlungen

Wird in der Lehrveranstaltung mitgeteilt.

Numerik partieller Differentialgleichungen

(Vertiefungsrichtung: Numerik)

VAK: 03-M-PDE-1

Prof. Dr. Alfred Schmidt

Kontakt: alfred.schmidt@uni-bremen.de

Veranstaltungsbeschreibung

Partielle Differentialgleichungen sind ein Hauptbestandteil bei der Modellierung von physikalischen, chemischen oder biologischen Phänomenen in mehreren Raumdimensionen bzw. in Raum und Zeit. Sie treten auch oft bei mathematische Fragestellungen in Geometrie oder Variationsrechnung auf.
Die Vorlesung befasst sich mit der Diskretisierung von partiellen Differentialgleichungen und der Abschätzung des Fehlers zwischen kontinuierlicher und diskreter Lösung. Insbesondere wird die Methode der Finiten Elemente eingeführt und untersucht, unter besonderer Berücksichtigung von modernen adaptiven Algorithmen. Wir werden zunächst die Anwendung auf stationäre elliptische, später auch zeitabhängige Probleme betrachten.
Besonders wichtig ist die Verbindung von Theorie, Numerischer Analysis und Implementierung. Fakten aus der Theorie der partiellen Differentialgleichungen werden meist nur zitiert. Aufbauend auf speziellen anwendungsorientierten Kapiteln der Vorlesung sollen in Programmieraufgaben zur Vorlesung die numerischen Algorithmen unter Anleitung umgesetzt werden.

Ablauf, Format und Prüfungsform

Die Vorlesung wird voraussichtlich im Wintersemester 2021/22 wieder in Präsenz an der Universität stattfinden, mit 2 Terminen Vorlesung und einem Übungstermin pro Woche. Genaueres finden Sie im Stud.IP.
Jede Woche gibt es ein Übungsblatt mit theoretischen Aufgaben und eventuell Programmieraufgaben.
Im Anschuss finden mündliche Prüfungen an Terminen nach Vereinbarung statt.

Voraussetzungen

Gute Kenntnisse in Analysis, Linearer Algebra, Numerik 1+2.
Kenntnisse in Funktionalanalysis sind von Vorteil.

Für die Programmieraufgaben: Programmierkenntnisse in C und Matlab.

Literaturempfehlungen

Eine Übersicht über verschiedene Methoden für partielle Differentialgleichungen bieten z.B. die Bücher

- D. Braess: Finite Elemente, Springer 2003.
- G. Dziuk: Theorie und Numerik partieller Differentialgleichungen, Walter de Gruyter 2010.
- P. Knabner, L. Angermann: Numerik partieller Differentialgleichungen, Springer 2000.

Diese Bücher sind auch als E-Book über die SuUB lesbar.

Algebraische Topologie

(Vertiefungsrichtung: Algebra)

VAK: 03-M-WP-46

Prof. Dr. Dmitry Feichtner-Kozlov

Kontakt: dfk@math.uni-bremen.de

Veranstaltungsbeschreibung

This lecture will introduce the basics of algebraic topology. Background in algebra is required and a previous course in topology, while not a strict requirement, will be helpful.
Starting from this, we will introduce homology groups in various settings. Simplicial homology will be the main subject, but also singular homology will be mentioned. We will also use this course as a platform to look into the basics of category theory and the first concepts of homological algebra.
Further information, such as literature and the format of the lecture (hybrid form in WS 2021/22) will be provided on Stud. IP.

Algorithmische Diskrete Mathematik

VAK: 03-M-WP-18

Prof. Dr. Nicole Megow

Kontakt: nicole.megow@uni-bremen.de

Veranstaltungsbeschreibung

Die algorithmische diskrete Mathematik ist ein recht junges Gebiet mit Wurzeln in der Algebra, Graphentheorie, Kombinatorik, Informatik (Algorithmik) und Optimierung. Sie behandelt diskrete Strukturen wie Mengen, Graphen, Permutationen, Partitionen und diskrete Optimierungsprobleme.
Diese Veranstaltung gibt eine Einführung in die algorithmische diskrete Mathematik. Es werden strukturelle und algorithmische Grundlagen der Graphentheorie und kombinatorischen Optimierung vermittelt. Im Vordergrund steht die Entwicklung und mathematische Analyse von Algorithmen zum exakten Lösen von kombinatorischen Optimierungsproblemen. Es werden u.a. folgende Themen behandelt:

- Einführung in Graphentheorie, kombinatorische und lineare Optimierung
- Graphentheorie: Grundbegriffe, Wege in Graphen, Euler- und Hamiltonkreise, Bäume
- Algorithmische Grundlagen (Kodierungslänge, Laufzeit, Polynomialzeitalgorithmen)
- Spannbäume, Matchings, Netzwerkflüsse und -schnitte (kombinatorische Algorithmen)
- Einblick in lineare Optimierung: Modellierung, Polyeder, Optimalitätskriterien, Dualität
- Elemente der Komplexitätstheorie

Ablauf, Format und Prüfungsform

Die Veranstaltung richtet sich vorrangig an fortgeschrittene Bachelorstudierende, ist aber auch für Masterstudierende geeignet. Die Veranstaltung mit 6 SWS und 9 CP ist wie folgt organisiert:

- *Vorlesung nach flipped classroom Prinzip*: Video-Aufzeichnungen sowie weiteres Material werden wöchentlich zur Verfügung gestellt und es werden Termine vor Ort zur Diskussion und Vertiefung angeboten
- *Interaktive Übung*: Besprechung von Hausaufgaben und Lösen von Präsenzaufgaben
- *Seminaristischer Anteil*: individuelles Studium eines aktuellen Forschungsartikels und Vortrag dazu

Erste Vorlesung, in Präsenz: Do 21.10.2021, 10-12 Uhr, MZH 3150
Hier werden auch die Seminarthemen besprochen.

Wöchentliche Termine: Do 10-12 Uhr, MZH 3150, Seminar und Diskussion,
Übung: Do 12-14 Uhr, MZH 3150

Prüfungsform: mündliche Prüfung, Notenbonus bei erfolgreichem Lösen von Übungsaufgaben

Literaturempfehlungen

- Korte, Vygen: Kombinatorische Optimierung: Theorie und Algorithmen, Springer, 2012.
- Krumke, Noltemeier: Graphentheoretische Konzepte und Algorithmen, Springer-Vieweg, 2012.
- Corman, Leiserson, Rivest, Stein: Introduction to Algorithms, 3rd edition, MIT Press, 2009.

Algorithmic Game Theory

(Vertiefungsrichtung: Numerik)

VAK: 03-M-WP-28

Prof. Dr. Daniel Schmand

Kontakt: schmand@uni-bremen.de

Course Description

Many every-day processes can seen as a game between autonomous interacting players, where each player acts strategically in order to pursue her own objectives. This lecture is an introduction to game-theoretic concepts and techniques, mainly with connections to applications. Use-cases are distributed systems, auctions, online-markets, resource allocation, traffic routing, and sports. The goal of the lecture is to provide an overview over state-of-the-art results in the area of algorithmic game theory. Main topics that we will cover in the course are

- Games in Normal Form
- Efficiency of Equilibria
- Auctions, Truthfulness and VCG-mechanisms
- Social Choice
- Cake Cutting
- Cooperative Games

Format and Examination

- Lectures: Tuesday and Thursdays, 14.15-15.45, MZH 2340
- Exercise Sessions: Tuesdays, 16.15-17.45, MZH 2340
- Homework: weekly
- Exam: oral (if not too many participants)

Prerequisites

The course is designed for Master's students in Mathematics and Industrial Mathematics (Technomathematik). Bachelor's students in higher semesters and computer science students are also welcome.

Language

The lectures and homework sheets will be in English language. If all participants agree, the exercise session could be held in German. If there is an oral exam, the language can be chosen by the candidate. In case of a written exam the questions will be in English, answering them in German or English is fine.

Algorithms and Uncertainty

(Vertiefungsrichtung: Numerik)

VAK: 03-IMAT-AU

Prof. Dr. Nicole Megow

Kontakt: nmegow@uni-bremen.de

Description

A key assumption of many powerful optimization methods is that all the data is fully accessible from the beginning.
However, from the point of view of many real-world applications (e.g., in logistics, production or project planning, cloud computing, etc.) this assumption is simply not true. Large data centers allocate resources to tasks without knowledge of exact execution times or energy requirements; transit times in networks are often uncertain; or, parameters such as bandwidth, demands or energy consumption are highly fluctuating. The current trend of data collection and data-driven applications often amplifies this phenomenon. As the amount of available data is increasing tremendously due to internet technology, cloud systems and sharing markets, modern algorithms are expected to be highly adaptive and learn and benefit from the dynamically changing mass of data.
In the above examples, our knowledge of the current data is only partial or based on historical estimates. The class "Algorithms and Uncertainty" will teach students about the most common models of such uncertain data and how to design and analyze efficient algorithms in these models.
Specifically, we will cover the theory of **online optimization**, where the input arrives without any prior information (such as network packets arriving to a router) and also needs to be processed immediately, before the next piece of input arrives. This model is best suited for analyzing critical networking and scheduling systems where devices and algorithms must perform well even in the worst-case scenario.
In the cases where previous history can be used to model the upcoming data, we often employ **robust optimization** or **stochastic optimization**. In robust optimization, the aim is to optimize the worst-case of all possible realizations of the input data. Hence, this model is rather conservative. In stochastic optimization however, the algorithms work with the assumption that data is drawn from some probability distribution known ahead of time and typically the goal is to optimize the expected value.

Nowadays, another source of information is often available: machine learning algorithms can generate predictions which are accurate most of the time. However, there is no guarantee on the quality of the prediction, as the current instance may not be covered by the training set. This statement motivated a very recent research domain that will be covered in this course: how to use **error-prone predictions** in order to improve guaranteed algorithms.

Format and Examination

The course aims mostly at Master's students, although Bachelor's students in higher semesters are also very welcome. We teach the course with **4 hours per week** (**4 SWS** for **6 CP**), where roughly every other week one class will be an interactive exercise session.
There is the possibility to further extend the content of the course as well as the credits (**+3 CP**) by participating in a seminar. This participation consists of individually studying a recent research article and presenting the main results to the rest of the class.

Time + Room: Tue 12-14, MZH 1450, and **Thu 8-10**, MZH 3150

Examination: The examination will be by individual oral exam. As admission to the oral exam it is mandatory to present solutions in the exercise session at least twice during the term.

Prerequisites

Having heard an introductory course to discrete algorithms and their mathematical analysis (e.g. "Algorithmische Diskrete Mathematik") is beneficial but it is not a requirement.

Literature

- Borodin and El-Yaniv: Online Computation and Competitive Analysis, Cambridge University Press, 1998
- A Ben-Tal, L El Ghaoui, A Nemirovski: Robust Optimization, Princeton University Press, 2009
- Most of the presented material is more recent and we will point to the corresponding research articles.

Asymptotic Analysis

(Vertiefungsrichtung: Analysis)

VAK: 03-M-WP-56

Dr. Bing-Ying Lu

Kontakt: lubi@uni-bremen.de

Course Description

This course is an introduction to what is usually known as *asymptotic analysis* and *perturbation analysis*. These methods aim to give approximate analytic solutions (as opposed to numerical) to problems where exactly solutions do not in general exist. Using these methods, we aim to gain insight into the problem.

Asymptotic approximation frequently comes up as partial sum of formal power series. As a series it often diverges as $N \to \infty$. Nevertheless it is useful, not infrequently even more desirable than a convergent sequence. As an example, Euler's "gamma" function $\Gamma(z) = \int_0^\infty t^{z-1}e^{-t}\mathrm{d}t$ has the following *asmptotic expansion*: $\Gamma(z) \sim e^{-z}z^{z-1/2}\sqrt{2\pi}\left(1 + \frac{1}{12z} + \frac{1}{288z^2} + \cdots\right)$ as $z \to \infty$. This series is not convergent for any z when $N \to \infty$. Nevertheless, a finite truncation gives very good approximation of the gamma function. You may remember the first term as the *Stirling formula*.

Examples

In statistical mechanics, the most important question is to calculate the partition function $\int \exp(-\beta H(p_i, q_i))\mathrm{d}^{3N}p_i\mathrm{d}^{3N}q_i$. One physically interesting regime when the termperature is extremely low ($\beta \to \infty$). Thus, we may want to know how this integral behaves when β is very large, i.e. the asymptotic expantion of the partition function in β. This example shows it is interesting to approximate an integral with large parameter. Approximating integrals is also relevant to solving differential equations, since some solutions have integral representations (very often containing exponential terms in it).

The next example is perturbing a lower order partial differntial equation by adding small parameter ϵ times higher order terms. This is called the *singular perturbation*. Singular because the highest order derivative dominates the behavior, which works against being a small perturbation to the original equation. Consider $\epsilon u'' + (1-\epsilon)u' - (1-\epsilon)u = 0$, $u(0) = u(1) = 1$. The unperturbed system is $u' - u = 0$, for which we cannot impose the boundary

condition $u(0) = u(1) = 1$ in general. This implies a boundary layer of thickness ϵ, where the solution behavior is significantly different to other regions.

Course plan

Main topics to be covered in this course are: Asymptotic analysis for integral with exponentials, including the Laplace's method, method of steepest descents and method of stationary phase; approximate solution of linear and nonlinear differential equations; regular and singular perturbations; WKB method; boundary-value problems, inner and outer solution; multiscale analysis, resonance and removing secular terms.

Language

This is a English speaking course and the examination will be given in English.

Format and Examination

- **Lectures:** Weekly. (This class is 4.5 credits).
- **Exercise sessions:** Bi-weekly. Students will be asked to present homework solutions.
- **Worksheet:** Bi-weekly. Graded. You need 50%+ points to be allowed to take the final exam.
- **Final exam:** Oral or written.

Prerequisites

Calculus, linear algebra, complex analysis, advanced calculus, some knowledge of ordinary differential equations are desirable.

Literature

You are not required to have the textbooks.

References

Applied Asymptotic Analysis, *Peter D. Miller*
Advanced Mathematical Methods for Scientists and Engineers, *Carl M. Bender, Steven A. Orszag*

Asymptotic Analysis, *J. D. Murray*

Funktionentheorie

VAK: 03-M-Gy4-1

Prof. Dr. Christian Rose

Kontakt: rosecmath@googlemail.com

Veranstaltungsbeschreibung

Die Funktionentheorie (engl. "complex analysis") ist eine natürliche Fortsetzung der Analysis-Grundvorlesungen, in welcher Definitions- und Wertebereich von Abbildungen komplex- statt reellwertig sind. Die zugrundeliegende komplexe Körperstruktur verändert die Analysis deutlich, wodurch differenzierbare Funktionen erstaunliche Eigenschaften bekommen. Beispielsweise sind überall einmal differenzierbare Funktionen automatisch beliebig oft differenzierbar. Anwenden lässt sich die komplexe Analysis unter vielem anderen zur Lösung reeller Probleme wie der Berechnung unbestimmter Integrale.
Die Vorlesung wird sich inhaltlich mit Differenzierbarkeit komplexer Funktionen, Wegintegralen, Cauchyschem Integralsatz und analytischen Funktionen, Singularitäten und Laurentreihen, meromorphen Funktionen und Riemannschem Abblidungssatz, sowie dem Primzahlsatz beschäftigen.

Ablauf, Format, Prüfung

4 SWS Vorlesung, 2 SWS Übungen. Bis auf Weiteres findet die Freitagsvorlesung online statt, alle anderen Veranstaltungen in Präsenz. Lehramtsstudierende nehmen an den letzten vier Vorlesungswochen nicht teil. Die Prüfung besteht aus einer Klausur.

Voraussetzungen

Es gibt keine formalen Voraussetzungen, jedoch werden die Kenntnisse aus Analysis I+II und Lineare Algebra I+II dringend empfohlen.

Literatur

- Fischer, Lieb: Funktionentheorie
- Schmieder: Grundkurs Funktionentheorie

- Freitag, Busam: Funktionentheorie I

Interpretable Machine Learning

(Vertiefungsrichtung: Numerik)

VAK: 03-IMVP-IML

Prof. Dr. Marvin N. Wright

Kontakt: wright@leibniz-bips.de

Veranstaltungsbeschreibung

Inhalt

Der Fokus in maschinellem Lernen ist üblicherweise die Prädiktion oder Vorhersage: Es werden Modelle auf bestehenden Daten trainiert, um diese auf neue Daten anzuwenden. Diese Modelle sind jedoch schwierig bis gar nicht interpretierbar. Es wird daher häufig von sog. „Black Box"-Verfahren gesprochen, da die einzelnen gelernten Parameter keine direkte Interpretation ermöglichen. In den letzten Jahren wurden verschiedene Verfahren entwickelt, um auch diese „Black Box"-Verfahren zu interpretieren oder zu erklären. Diese Veranstaltung beschäftigt sich mit diesen Methoden und deren Anwendung. Basierend auf dem Buch „Interpretable Machine Learning: A Guide for Making Black Box Models Explainable" von Christoph Molnar (Postdoc in unserer Gruppe) werden Methoden zur Interpretation von maschinellen Lernverfahren besprochen und in der Übung in Python (oder R) angewendet.

Kompetenzen

Kenntnis der wichtigsten interpretierbaren maschinellen Lernverfahren (z.B. Entscheidungsbäume) und Methoden zur post-hoc Interpretation von sog. Black-Box Verfahren (z.B. Shapley Values); Anwendung der Methoden in Python; Fähigkeit mit wissenschaftlicher Literatur zum Thema zu arbeiten.

Ablauf, Format und Prüfungsform

Veranstaltungsform

Inverted Classroom, 2SWS Fragestunde, 2SWS Übung

Umfang

6 CP oder 9 CP

Prüfungsform

6 CP: mündliche Prüfung
9 CP: mündliche Prüfung plus kurze Ausarbeitung und Präsentation zur Weiterführung bzw. Vertiefung eines im Kurs besprochenen Themas

Sprache

Englisch oder Deutsch nach Absprache (Literatur und Übungszettel auf Englisch)

Voraussetzungen

Grundlagen des maschinellen Lernens (LV, Selbststudium oder mein Data Train Kurs im Oktober: Link), Programmierkenntnisse in Python oder R

Maß- und Wahrscheinlichkeitstheorie

(Vertiefungsrichtung: Statistik/Stochastik)

VAK: 03-M-WP-11

Marc Keßeböhmer

Kontakt: mhk@uni-bremen.de

Veranstaltungsbeschreibung

Die Veranstaltung Maß- und Wahrscheinlichkeitstheorie gehört zu den zentralen "mittleren" Kursen, die sich an Bachelorstudierende der Mathematik/Technomathematik richtet, die bereits erste Erfahrungen in Analysis und lineare Algebra gesammelt haben. Es werden die Konzepte der Maß- und Integrationstheorie vertieft behandelt, wie sie z. B. in der Funktionalanalysis, Ergodentheorie und insbesondere in den weiterführenden Veranstaltungen der Stochastik und Statistik benötigt werden. Die abstrakten maßtheoretischen Konzepte werden eingehend auf ihre Bedeutung für die Wahrscheinlichkeitstheorie untersucht. Die Übungen konzentrieren sich auch auf Computersimulationen für ein besseres Vertändnis von Zufallsvariablen und stochastischem Grenzwertverhalten. Die folgende Liste gibt einen groben Überblick über die zu behandelnden Themen:

- Maßtheorie mit mengentheoretische Grundlagen,
- Integrationstheorie mit Konvergenzsätzen und Konzepten der Stochastik wie Unabhängigkeit, Varianz,
- $\mathcal{L}^p_\mu$-Räume und wichtige Ungleichungen,
- stochastische Grenzwertsätze, insbesondere das *Starke Gesetz der Großen Zahl*,
- Produkträume und stochastische Prozesse, Satz von Fubini,
- Satz von Radon-Nikodym und Anwendungen,
- Konvergenzbegriffe für Maße,
- Zentraler Grenzwertsatz.

Ablauf, Format und Prüfungsform

Wir freuen uns, dass die Veranstaltung in diesem Semester wieder in Präsenz auf dem Campus abgehalten werden kann. Dabei werden wir auch Arbeitsformen nutzen, die sich während der Distanzlehre bewährt haben:

- Nach- und Vorbereitung der Vorlesung durch selbständiges Literaturstudium auf Grundlage des Vorlesungsskripts.
- Einfache Selbst-Tests zum Klären von Begriffen und grundlegenden Konzepten (hier bieten sich Gruppenarbeiten und -diskussionen an).
- Es sind wöchentlich Übungsaufgaben eigenständig zu bearbeiten und einzureichen. 50% der möglichen Punkte der ersten sieben Übungsblätter sowie 50% der möglichen Punkte der restlichen Übungsblätter sind Teil der Studienleistung.
- Es wird eine wöchentliches Tutorium angeboten, in dem der Vorlesungsstoff und die Übungen besprochen werden. Eine aktive Mitarbeit am Tutorium wird erwartet und ist ebenfalls Teil der Studienleistung.
- In den wöchentlichen Vorlesungen und Übungen wird Raum gegeben für Diskussionen und weiterführende Erklärungen mit Blick auf den Vorlesungsstoff, die Selbst-Tests und die Übungen.

Ihre aktive Mitarbeit und ihre Rückmeldungen zum Lernfortschritt und zu technischen Abläufen sind auch in diesem Semester gefragt; Anregungen und Verbesserungsvorschläge sind ausdrücklich erwünscht!
Die Modulprüfung wird mündliche durchgeführt.

ggf. Voraussetzungen

Diese Veranstaltung benötigt kaum Voraussetzungen aus der Analysis oder linearen Algebra. Ein sicherer Umgang mit elementarer Mengenlehre ist hilfreich, wird aber weiter in dieser Veranstaltung vertieft.

Literaturempfehlungen

- Skript Maß- und Wahrscheinlichkeitstheorie, M. Keßeböhmer, WS 2021/22 (Stud.IP).
- Wahrscheinlichkeitstheorie, A. Klemke, Springer, 2008.
  `https://doi.org/10.1007/978-3-540-77571-3`

- Maß- und Integrationstheorie. J. Elstrodt, 4. Auflage, Springer, 2005.
  https://doi.org/10.1007/978-3-642-17905-1
- Measure Theory, V.I. Bogachev, Springer, 2007.
  https://doi.org/10.1007/978-3-540-34514-5
- Maß- und Integrationstheorie, H. Bauer, DeGruyter, 1992.
  https://doi.org/10.1515/9783110871739

Semiklassische Analysis

(Vertiefungsrichtung: Analysis)

VAK: 03-M-WP-55

Dr. Moritz Doll

Kontakt: doll@uni-bremen.de

Veranstaltungsbeschreibung

Semiklassische Analysis beschäftigt sich mit dem Zusammenspiel von dynamischen Systemen und partiellen Differentialgleichungen, die einen kleinen Parameter enthalten.
Motiviert ist dies aus der Physik: Es gibt es einen engen Zusammenhang zwischen der Schrödingergleichung

$$i\hbar\partial_t u(t,x) = (-\hbar^2\Delta + V(x))u(t,x)$$

und der gewöhnlichen Differentialgleichung $\partial_t^2 x(t) = -(\nabla V)(x(t))$, die die Zeitentwicklung von Punktmassen gemäß Newtonscher Mechanik beschreibt. Der Übergang von Quantenmechanik zu klassischer Mechanik wird durch den *semiklassischen Grenzwert* $\hbar \to 0$ beschrieben. Themen der Vorlesung sind

- Symplektische Geometrie,
- Fouriertransformation,
- Oszillatorintegrale,
- Quantisierung,
- Quasimoden.

Die Methoden, die wir in dieser Vorlesung entwickeln werden, sind unabhängig von der physikalischen Motivation und haben vielfältige Anwendungen in der Theorie der partiellen Differentialgleichungen. In letzter Zeit wurden auch Anwendungen in der Ergodentheorie und der hyperbolischen Geometrie gefunden.

Ablauf, Format und Prüfungsform

Es handelt sich um eine kleine Veranstaltung mit 2 SWS Vorlesung und 1 SWS Übung mit wöchentlichen Übungszetteln. Am Ende wird es mündliche Prüfungen geben.

Voraussetzungen

Es werden grundlegende Kenntnisse der Funktionalanalysis (Hilberträume, Rieszscher Darstellungssatz, Spektralsatz) erwartet. Vorwissen im Bereich der partiellen Differentialgleichungen ist hilfreich, aber nicht notwendig.

Literaturempfehlungen

- M. Dimassi, J. Sjöstrand. *Spectral Asymptotics in the Semiclassical Limit.*
- A. Martinez. *An Introduction to Semiclassical and Microlocal Analysis.*
- M. Zworski. *Semiclassical Analysis.*

Statistik 1

(Vertiefungsrichtung: Statistik/Stochastik)

VAK: 03-M-WP-15

Prof. Dr. Thorsten Dickhaus

Kontakt: dickhaus@uni-bremen.de

Veranstaltungsbeschreibung

In der Lehrveranstaltung „Statistik I“ behandeln wir parametrische statistische Modelle und darauf basierende statistische Verfahren. Es wird ein allgemeiner entscheidungstheoretischer Zugang dargestellt, aus dem die verschiedenen Teilgebiete der Inferenzstatistik (Punktschätzprobleme, Bereichsschätzprobleme, Hypothesentests, etc.) abgeleitet werden. In prototypischen Modellklassen werden optimale Entscheidungsregeln charakterisiert.

Die spezifischen Themen der Lehrveranstaltung sind:

- Entscheiden unter Unsicherheit, statistische Modelle
- Verlust und Risiko, optimale Entscheidungsregeln
- Punktschätzung
- Bereichsschätzung
- Hypothesentests
- Inferentielle Likelihoodtheorie
- Exponentialfamilien
- Bayesianische Statistik
- Die Statistik-Software `R`

Einbettung in den Studienverlauf

Die Lehrveranstaltung richtet sich in erster Linie an Master-Studierende im Vollfach Mathematik mit einer Spezialisierung im Bereich Stochastik/Statistik. Ein vorheriger Besuch der Lehrveranstaltung „Stochastik“ wird dringend empfohlen. Ein vorheriger oder paralleler Besuch der Lehrveranstaltung „Maß- und Wahrscheinlichkeitstheorie“ wird empfohlen.

Die Lehrveranstaltung „Statistik I“ bildet den Einstieg in eine Spezialisierung im Bereich Statistik. Statistische Methoden sind in quasi allen Wissenschaftsbereichen von entscheidender Bedeutung und bilden eine wichtige Grundlage der sogenannten Datenwissenschaften.

Formalitäten und Durchführung

Die Lehrveranstaltung wird mit 9 CP bewertet. Im Wintersemester 2021 / 2022 wird eine Durchführung in Präsenz angestrebt, aber es wird auch sichergestellt, dass die Lernziele ohne Präsenz erreicht werden können. Insbesondere wird das Lehrbuch zur Lehrveranstaltung (siehe unten) via Stud.IP (in Teilen) zur Verfügung gestellt werden. Die Prüfung soll als Klausur durchgeführt werden. Sollte sich dies nicht realisieren lassen, so werden stattdessen Hausarbeiten geschrieben. In jedem Fall handelt es sich bei der Abschlussprüfung um eine schriftliche Prüfung.

Literatur

Wir werden hauptsächlich nach dem Lehrbuch

Vladimir Spokoiny, Thorsten Dickhaus (2015):
Basics of Modern Mathematical Statistics.
Springer Texts in Statistics, ISBN 978-3-642-39908-4

vorgehen. Das Buch wird (in Teilen) elektronisch zur Verfügung gestellt.

Eine Liste mit darüber hinausgehender Literatur wird zusätzlich zur Verfügung gestellt.

Statistik 3

Generalisierte Lineare Modelle

(Vertiefungsrichtung: Statistik/Stochastik)

VAK: 03-M-WP-17

Prof. Dr. Werner Brannath

Kontakt: brannath@uni-bremen.de

Veranstaltungsbeschreibung

Ablauf, Format und Prüfungsform

Es handelt sich um eine vierstündige Vorlesung mit einer zweistündigen Übung. Inhalt der Vorlesung sind statistische Regressionsmodelle für Zielgrößen, die nicht unbedingt einer Normalverteilung folgen. Zudem werden Modelle betrachtet, deren Fehlertermine korreliert sind. Wir beginnen mit allgemeinen linearen Modellen für normalverteilte Zielgrößen, die eine direkte Verallgemeinerung der linearen Modelle darstellen, deren Störterme aber nicht stochastisch unabhängig sein müssen und deren Varianzen heterogen sein können. Danach werden wir sogenannte "gemischte lineare Modelle" betrachten, die in Praxis häufig bei zeitlich wiederholten bzw. (teilweise) verbundenen Daten angewendet werden. Wir werden dann Regressionsmodelle für binäre Zielgrößen und schließlich "verallgemeinerte lineare Modelle" betrachten, deren Zielgröße einer Exponentialverteilung folgen. Als Spezialfälle werden wir neben binären auch Zählvariablen sowie kategorielle Zielvariablen betrachten. Am Ende der Vorlesung werden wir noch einen Ausblick auf Quasi-Likelihood-Modelle geben. In den Übungen werden Aufgaben bearbeitet und besprochen, die die Inhalte der Vorlesung vertiefen und ergänzen sollen. Die Übungen werden teilweise praktischer Natur sein und sollen dann mittels der (freie) statistischen Software R bearbeitet werden.
Zur Vorlesung wird es eine mündliche Prüfung geben. Die erfolgreiche Teilnahme an den Übungen ist ebenfalls notwendig. Welche Leistungen für die erfolgreiche Teilnahme an den Übungen erbracht werden muss hängt von der Teilnehmerzahl ab und wird in der Vorbesprechung zur Vorlesung und Übung bekannt gegeben.

Voraussetzungen

Voraussetzungen für diese Vorlesungen sind Kenntnisse aus der Stochastik und Statistik, wie sie in den Vorlesungen "Stochastik" und "Statistik 1" am FB 03 vermittelt werden. Kenntnisse über lineare Modelle (wie z.B. in "Statistik 2" vermittelt) sind hilfreich, aber nicht notwendig, da die wesentlichen Definitionen und Eigenschaften der linearen Modelle im Zuge der allgemeinen linearen Modelle wiederholt werden. Für die Übungen sind Grundkenntnisse über die statistische Software R notwendig.

Literaturempfehlungen

- L. Fahrmeir, T. Kneib, S. Lang (2007). Regression – Modelle, Methoden und Anwendungen. Springer, Heidelberg. (Als E-Book über die SUUB verfügbar)
- C.E. McCulloch, S.R. Searle, J.M. Neuhaus (2008). Generalized, Linear, and Mixed Models. John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey. (Als E-Book über die SUUB verfügbar)

Time Series Analysis, Univariate and Multivariate Methods

(Vertiefungsrichtung: Statistik/Stochastik)

VAK: 03-M-WP-58

Dr. Maryam Movahedifar

Kontakt: movahedm@uni-bremen.de

Veranstaltungsbeschreibung

Time series analysis has been an area on considerable activity in recent years. In this course I attempt to provide a comprehensive introduction to time domain analyses of univariate and multivariate time series (Chapters 1 to 10 of the reference book).
The course includes many recent advances in univariate and multivariate time series methods such as inverse autocorrelation functions, extended sample autocorrelation functions, Akaike information criterion(AIC), intervention analysis and outlier detection.
Also, in time series analysis, we often encounter nonstationary time series, and a formal testing procedure for a unit root has now become standard routine in time series modeling which we will consider in this course for both nonseasonal and seasonal models.
Furthermore, regression analysis is the most commonly used statistical method, and time series data are widely used in regression modeling, particularly in business and economic research. The standard assumptions of uncorrelated errors and constant variance are often violated when time series variables are used in the model. So, another topic which we will discuss in this course is the use of time series variables in regression analysis.

- Sprache: English.

Ablauf, Format und Prüfungsform

I would like to offer this course as 2 hours lecture + 1 hour of exercise class = 3SWS = 4,5 CP , meaning „a half module“. Both take place online via ZOOM (live broadcast) and the examination is a written exam.
Remark: „There will be a follow-up course (again in the format of a „half module“) in the next semester which is related to frequency domain analyses of univariate and multivariate time series (Chapters 11 to 20 of the reference book). The two courses can be combined to form one full 9 CP module.“

Voraussetzungen

No formal requirements, but knowledge of proper backgrounds of statistical concepts and methods is strongly recommended.

Literaturempfehlungen

- Wei, William (1989), Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods, Technometrics journal.
- Other sources will be made available and supplemented during the course of the event.

Trajectory Optimization

(Vertiefungsrichtung: Numerik)

VAK: 04-M30-CP-SFT-3

Dr. Matthias Knauer

Kontakt: knauer@uni-bremen.de

Veranstaltungsbeschreibung

Der Blick zu den Sternen brachte die Menschen schon immer dazu, ergründen zu wollen, wie sich die Mechanik des Himmels beschreiben lässt. Zu Beginn der Vorlesung untersuchen wir einige der mathematischen Konzepte, die aus diesem Wissensdrang über Jahrhunderte entwickelt wurden, und die sowohl aus der reinen wie der angewandten Mathematik stammen. Zur Beschreibung der ungestörten Bahn eines Planeten benötigen wir die Lösung der Kepler-Gleichung, wofür wir eine Vielzahl von Lösungsmethoden kennenlernen. Mit dem Wechsel vom Zweikörperproblem zum Dreikörperproblem wird das dynamische System zu komplex für analytische Lösungen. Lässt sich unter geeigneten Einschränkungen doch noch etwas analytisches rechnen? Die Bahnen der Planeten lassen sich durch Bahnelemente beschreiben. Wir untersuchen, wie sich die Bahnelemente durch weitere Kräfte ändern.
Mit den ersten Schritten ins Weltall änderte sich auch der Blick auf die Erde. Eine präzise Beschreibung der Erde wurde nötig, um Satelliten in der Erdumlaufbahn zu halten. Die Mathematik, die dahinter steckt, um in der Anwendung einen überschaubaren Rechenaufwand nicht zu überschreiten, diskutieren wir im weiteren Verlauf der Vorlesung. Dabei widmen wir uns zunächst der mathematischen Darstellung von Gravitationsfeldern und übertragen diese Ergebnisse auf die Erde.
Bei erfolgreichen Missionen zu anderen Himmelskörpern steht die Ingenieursleistung außer Frage. Doch wie effizient sind diese Missionen eigentlich? Anhand einiger typischer Bahnmanöver, der Landung auf Mond und Mars oder Rendezvousmanövern im Erdorbit sehen wir, welche Anforderungen an Missionen gestellt werden.
Die Mathematik bietet mit der Optimierung und der Optimalen Steuerung Werkzeuge, um Missionen zu planen, die vielleicht ressourcenschonenender oder sicherer sind. In der Vorlesung stellen wir anhand der Software WORHP Lab kompakt die Begriffe und Verfahren dieser Disziplinen vor. Zur Optimierung in Echtzeit wenden wir die parametrische Sensitivitätanalyse an und lernen Konzepte der Modelprädiktiven Regelung (MPC) kennen. Wir

beenden die Vorlesung mit einem Ausblick auf die Besonderheiten einer On-Board-Optimierung.
Die Veranstaltung wird auch für Studierende des Masterstudiengangs Space Engineering angeboten. Daher findet sie in **englischer Sprache** statt.

Ablauf, Format und Prüfungsform

Die genaue Durchführung der Veranstaltung steht noch nicht fest (da im Space Engineering-Studiengang sehr viele internationale Studierende sind, die ggf. Schwierigkeiten bei der Einreise nach Deutschland haben).

- Option #1: online
  Wöchentlich werden die entsprechenden Seiten des Skripts sowie Videos zur Vorlesung veröffentlicht. Eine Online-Fragestunde findet jeweils montags um 14 Uhr statt. Hier werden zentrale Inhalte der Vorlesung noch einmal zusammengefasst.

- Option #2: in Präsenz
  Die Vorlesung wird im Hörsaal gelesen. Leider steht im vorgesehenen Veranstaltungsraum kein Opencast zur Verfügung.

Die wöchentlichen Übungsaufgaben beinhalten auch Programmieraufgaben (z.B. mit MATLAB oder WORHP Lab). Die Abgabe und Korrektur der Übungsaufgaben erfolgt digital. Alle Teilnehmenden sollen im Laufe des Semesters zu einer Übungsaufgabe ihre Lösung präsentieren.
Es werden mehrere Termine für mündliche Prüfungen im Februar/März 2022 angeboten. Bei hoher Anzahl an Studierenden kann die Prüfung auch schriftlich durchgeführt werden.
Die Veranstaltung umfasst 2+1 SWS.

Voraussetzungen

- Numerik 1

Literaturempfehlungen

- J. Danby. Fundamentals of Celestial Mechanics. Willmann-Bell, 2003.

- D. Vallado. Fundamentals of Astrodynamics and Applications. Springer, 2007.

- J. T. Betts. Practical Methods for Optimal Control Using Nonlinear Programming. SIAM, 2001.

- S. Boyd, L. Vandenberghe. Convex Optimization. Cambridge University Press, 2004.

Anwendungen der nichtlinearen Optimierung und optimalen Steuerung

(Seminar – Vertiefungsrichtung: Numerik)

VAK: 03-M-SEM-27

Kai Schäfer

Kontakt: kai.schaefer@uni-bremen.de

Veranstaltungsbeschreibung

In diesem Seminar werden fortgeschrittene Themen aus den Bereichen der nichtlinearen Optimierung und der optimalen Steuerung erarbeitet, zum Beispiel:

- Algorithmische Aspekte bei der numerischen Lösung
- Anwendung der Theorie und Algorithmen auf reale Probleme
- Diskretisierung von Optimalsteuerungsproblemen
- Modellprädiktive Regelung
- Parameteridentifikation in dynamischen Systemen
- Parametrische Sensitivitätsanalyse
- ...

Auf der Grundlage eines Forschungsartikels soll ein Vortrag gehalten werden, welcher diesen zusammenfasst. Dabei soll ein mathematisches Themengebiet aus diesem Artikel detaillierter erarbeitet und präsentiert werden. Eigene Themen-oder Artikelvorschläge sind möglich. Eine schriftliche Ausarbeitung und/oder ein Programmieranteil sind zudem vorgesehen.

Ablauf, Format und Prüfungsform

Die Forschungsartikel werden in den ersten Sitzungen vorgestellt und aufgeteilt. Hier werden auch das weitere Vorgehen sowie Einzelheiten besprochen. Nach einer ausreichenden Einarbeitungszeit werden die Vorträge dann im Laufe der Vorlesungszeit gehalten, die Ausarbeitungen sollten einige Zeit danach abgegeben werden.
Die Benotung setzt sich zusammen aus der Qualität des Vortrags sowie der Ausarbeitung, der Fokus liegt jedoch auf dem Vortrag.

Voraussetzungen

Das Seminar richtet sich an Masterstudierende und baut auf Inhalten der Vorlesung “Einführung in die Optimierung und optimale Steuerung” auf, vergleichbare Veranstaltungen ermöglichen aber auch eine Teilnahme.

Literaturempfehlungen

Die Forschungsartikel werden in der ersten Sitzung präsentiert.

Diskrete Optimierung

(Proseminar, Seminar – Vertiefungsrichtung: Numerik)

VAK: 03-M-SEM-26

Prof. Dr. Daniel Schmand

Kontakt: schmand@uni-bremen.de

Veranstaltungsbeschreibung

In der diskreten Optimierung werden Problemstellungen behandelt, bei denen aus einer gegebenen Menge von zulässigen Objekten eines mit maximalem oder minimalem Funktionswert ausgewählt werden soll. Im Gegensatz zur kontinuierlichen Optimierung sind in der diskreten Optimierung die zu optimierenden Elemente nicht beliebig teilbar. Selbst wenn die Menge der zulässigen Objekte endlich ist, ist meist das Ausprobieren aller Elemente aufgrund der Größe der Menge nicht zielführend. In der diskreten Optimierung müssen effizientere Lösungsmethoden gefunden werden. Wir werden im Seminar Lösungsalgorithmen untersuchen, deren Laufzeit und Speicherplatzbedarf polynomiell in der Größe der Eingabeinstanz beschränkt ist. Es werden sowohl beweisbar optimale Algorithmen als auch Approximationsalgorithmen für verschiedene diskrete Optimierungsprobleme betrachtet. Die genauen Themen des Seminars werden in der Vorbesprechung in der ersten Vorlesungswoche bekannt gegeben und orientieren sich an aktuellen Forschungsergebnissen.

Ablauf, Format und Prüfungsform

Das (Pro-)Seminar wird mit einer Vorbesprechung am Mittwoch, den 20.10.2021 von 12:15 - 13:45 Uhr im MZH 4140 beginnen. Zu Semesterbeginn finden regelmäßige Termine Mittwochs von 12-14 Uhr statt. Nach der Einarbeitungszeit in die Themen halten die Studierenden 5-10 minütige Kickoff-Vorträge, bei denen die eigenen Themen kurz vorgestellt werden sollten. Im (Pro-)Seminar ist von den Studierenden eine Ausarbeitung zum gewählten Thema zu erstellen. Einige Themen beinhalten unter Umständen auch Modellierungs- und Implementierungsaufgaben. Die Hauptvorträge finden als 2-tägige Blockveranstaltung Ende Januar statt.

Voraussetzungen

Es handelt sich um ein kombiniertes Proseminar und Seminar und diese Veranstaltung ist sowohl für Bachelor- als auch Masterstudierende der Mathematik und Technomathematik geeignet.

Einführung in die Analysis auf Graphen

(Proseminar, Seminar – Vertiefungsrichtung: Analysis)

VAK: 03-M-PS-18

Prof. Dr. Christian Rose

Kontakt: rosecmath@googlemail.com

Veranstaltungsbeschreibung

Wir erarbeiten in diesem Seminar die Grundlagen für die geometrische Analysis von diskreten Laplace-Operatoren definiert für Funktionen auf lokal endlichen Graphen anhand des Buches

Grigor'yan, A.: Lectures on Analysis on Graphs, AMS University Lecture Series 71, 2018, 168 pp.

Lokal endliche Graphen werden unter anderem benutzt um Daten verschiedenster Art zu modellieren. Der Laplace-Operator definiert dabei einen Diffusionsprozess analog zu dem Bekannten aus der Analysis im $\mathbb{R}^n$. Die geometrischen Eigenschaften eines Graphen beeinflussen die Eigenschaften globaler analytischer Objekte wie die des Wärmeleitungskerns, welcher direkt das Verhalten von Random Walks auf dem Graphen bestimmt. Das Ziel ist, lokale geometrische Eigenschaften zu extrahieren, die das globale Verhalten des Wärmeleitungskerns für ganze Klassen von Graphen determinieren.

Die Inhalte umfassen

(i) Definition des Laplace-Operators auf endlichen Graphen, das Dirichlet-Problem und die Existenz des assoziierten Random Walks auf einem Graphen,

(ii) Eigenwerte des Laplace-Operators auf endlichen Graphen und Zusammenhang mit Konvergenz zum Equilibrium des Random Walks,

(iii) Eigenwertabschätzungen, Cheeger-Konstanten auf endlichen Graphen,

(iv) Dirichlet-Laplace-Operatoren auf endlichen Teilgraphen und isoperimetrische Eigenschaften wie Cheeger-Ungleichungen,

(v) Wärmeleitungskerne auf unendlichen Graphen, universelle obere Abschätzungen abhängig von der zugrundeliegenden Geometrie kodiert durch sogenannte Faber-Krahn-Abschätzungen an den ersten Dirichlet-Eigenwert,

(vi) sogenannte Escape-Rate-Abschätzungen des Random Walks,

(vii) Rekurrenz und Transienz.

Ablauf, Format und Prüfungsform

Die obigen Themen werden am Anfang des Semesters in einer Einführungsveranstaltung genauer skizziert und ggf. aufgespalten. Die Teilnehmenden können dann entscheiden, welches Thema sie bearbeiten möchten. Das Seminar wird dann am Ende der Vorlesungszeit, wenn möglich in Präsenz, andernfalls als Hybrid oder online, als Blockseminar stattfinden. Im Vorfeld werden Fragen geklärt und Inhalte der Vorträge mit dem Dozierenden weiter präzisiert. Die Literatur ist auf englisch. Die Vorträge sollen wenn möglich auf deutsch gehalten werden, in Ausnahmen ist auch englisch möglich. Die erfolgreiche Teilnahme setzt in der Regel einen 60 bis 90-minütigen Vortrag und eine kurze schriftliche Ausarbeitung voraus.

Voraussetzungen

Gute Kenntnisse in Analysis I+II, Lineare Algebra I+II und Wahrscheinlichkeitstheorie. Sehr hilfreich sind außerdem Kenntnisse in der Funktionalanalysis und der Analysis partieller Differentialgleichungen.

Ergodentheorie

(Seminar – Vertiefungsrichtung: Analysis)

VAK: 03-M-SEM-29

Prof. Dr. Anke Pohl

Kontakt: apohl@uni-bremen.de

Veranstaltungsbeschreibung

Ergodentheorie ist ein modernes Teilgebiet der Theorie der dynamischen Systeme, das das Langzeitverhalten dynamischer Systeme in Hinblick auf probabilistische und maßtheoretische Aspekte untersucht. Der Ursprung der Ergodentheorie liegt in der statistischen Physik; heutzutage werden die Konzepte und Methoden der Ergodentheorie in vielen Gebieten der Mathematik angewandt. In den letzten Jahrzehnten wurden mehr und mehr Situationen entdeckt, in denen eine a priori undynamische Fragestellung in eine dynamische Fragestellung umgewandelt werden konnte und dann mittels ergodentheoretischen Methoden bedeutende Fortschritte erzielt werden konnten, was sogar mehrfach mit Fieldsmedaillen ausgezeichnet wurde. In diesem Masterseminar werden wir uns fortgeschrittene Themen der Ergodentheorie erarbeiten. Das Thema wird gemeinsam mit den Teilnehmer*innen festgelegt.

Format, Ablauf und Prüfungsform

Es wird in Abstimmung mit den Teilnehmer*innen entschieden, wie dieses Seminar durchgeführt wird (in Präsenz oder Online oder Mischformen, wöchentlich oder geblockt, usw.). Das erste Treffen zur Besprechung findet am Freitag 22.10.2021, 10:15 Uhr im vorgegebenen Raum (siehe Stud.IP) statt. Die Prüfungsleistung besteht, wie bei jedem Seminar, aus dem eigenen Vortrag und der Ausarbeitung; die Studienleistung aus der aktiven Teilnahme am Seminar.

Voraussetzungen

Solide Kenntnisse aus den Veranstaltungen des Bachelorstudiengangs Mathematik sowie solide Grundkenntnisse in Ergodentheorie werden empfohlen.

Weitere Informationen

Weitere und detailliertere Informationen zu Studien- und Prüfungsleistungen und der Seminarplanung finden Sie zum Vorlesungsbeginn im Stud.IP.

ForschungsErfahrungen im Bachelor

(Proseminar)

VAK: 03-M-PS-1

Kontakt: `www.feb.uni-bremen.de`

Veranstaltungsbeschreibung

Um Studierenden einen Einblick in die vielfältigen Forschungsthemen unseres Fachbereiches zu ermöglichen, werden im Sommer- und Wintersemester regelmäßig forschungsnahe Projekte in den einzelnen Arbeitsgruppen angeboten. Diese durch Lehrende der Mathematik betreuten Projekte erlauben es den Studierenden, eigene ForschungsErfahrungen (FE) schon im Bachelorstudium zu sammeln. Durch die engen Bezüge zu aktuellen Arbeiten der beteiligten Arbeitsgruppen werden Einblicke in die mathematische Forschung am Fachbereich vermittelt, in Anlehnung an die Research Experiences for Undergraduates Projekte der National Science Foundation. Diese FE-Projekte richten sich nicht nur an Bachelorstudierende der Universität Bremen, sondern sind auch für nationale und internationale Gaststudierende sowie in diesem Zusammenhang auch für Studierende innerhalb des ERASMUS Programms besonders geeignet.
Die Projektthemen werden von den Dozierenden der individuellen Interessenlage angepasst vergeben. Zudem können die Projekte nach Absprache in Blockform oder über einen längeren Zeitraum, alleine oder in Kleingruppen bearbeitet werden. Ein FE-Projekt kann als ein Proseminar ins Bachelorstudium Mathematik eingebracht werden.
Eine Liste der aktuellen Projekte und weitere Informationen finden Sie unter

www.feb.uni-bremen.de

High-Performance Visualization

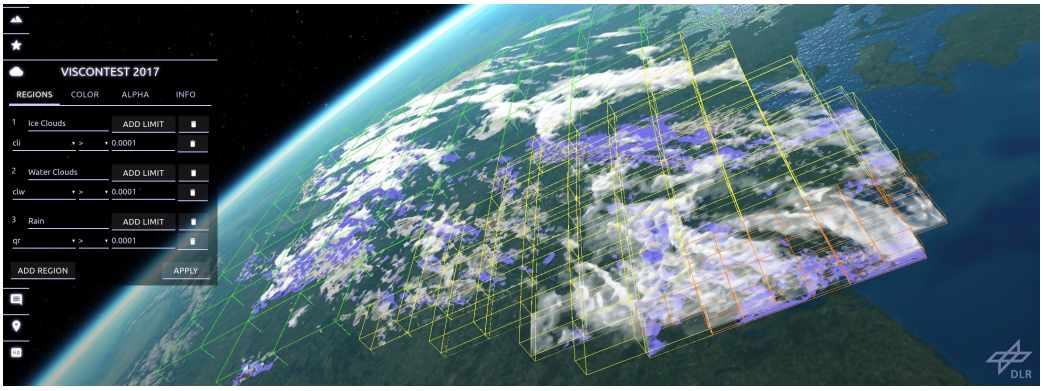
Ausgewählte Publikationen aus dem Bereich der Visualisierung großer wissenschaftlicher Datensätze

(Seminar – Vertiefungsrichtung: Numerik)

VAK: 03-M-SEM-17

Prof. Dr. Andreas Gerndt

Kontakt: gerndt@uni-bremen.de



Veranstaltungsbeschreibung

Das Seminar beschäftigt sich mit den mathematischen Grundlagen der wissenschaftlichen Visualisierung und behandelt Methoden für das parallele Post-Processing großer wissenschaftlicher Datensätze. Solche Daten fallen in unterschiedlichsten wissenschaftlichen Anwendungen an. Sie entstehen zum einen durch Simulationen auf Hochleistungsrechnern (z. B. zur Unterstützung der Klimaforschung oder für die Vorhersage von Umströmung von Flugzeugflügeln). Sie können aber auch durch Messungen, wie bspw. durch Erdbeobachtungsmissionen, erzeugt werden. Um überhaupt erst aussagekräftige Informationen für die Visualisierung zu erhalten, müssen diese enorm großen Rohdaten zunächst prozessiert werden. Für eine anschließende explorative Analyse werden echtzeitfähige, interaktive Methoden benötigt, die wiederum auf hochparallele und effiziente Verfahren beruhen. Das Seminar greift daher aktuelle Trends in der wissenschaftlichen Visualisierung auf. Zur Auswahl stehen herausragende Publikationen führender Wissenschaftler, die

Themen von Multi-Resolution-Extraktion von Toplologiemerkmalen bis hin zu parallelen Beschleunigungsverfahren für das Volumenrendering in virtuellen Arbeitsumgebungen behandeln.

Ablauf, Format und Prüfungsform

In der Einführungsveranstaltung werden ausgewählte Publikationen aus dem Bereich der wissenschaftlichen Visualiserung vorgestellt. Die Studierenden können sich dann für eine der Arbeiten entscheiden. Bis Weihnachten soll die zugrunde liegende Basisliteratur recherchiert werden. Im weiteren Verlauf des Semesters soll sodann das Thema aufbereitet und eine Seminararbeit im Umfang von circa 15 Seiten ausgearbeitet werden. Zum Ende des Semesters werden die Ausarbeitungen in Form von Vorträgen präsentiert. Abhängig von der Anzahl der Teilnehmenden erfolgen die Vorträge in Einzel- oder Blockveranstaltungen. Es wird dabei erwartet, dass die Studierenden die ausgearbeiteten Themen in Rahmen von 45-minütigen Vorträgen vorstellen. Vortrag und Ausarbeitung sollten bevorzugt in Englisch erfolgen. Ausarbeitung und Vortrag werden für eine Leistungsbewertung herangezogen. Für Fragen und Unterstützung stehen über den Verlauf des Semesters Ansprechpartner für die jeweiligen Themenbereiche zur Verfügung. Der Austausch findet im Wesentlichen online statt.

Voraussetzungen

Das Seminar steht Studierenden aus den Fachbereichen Mathemathik, Informatik oder aus einem relevanten Anwendungsfach (wie Geowissenschaften oder Aerodynamik) offen. Hilfreich wäre die vorherige Teilnahme an der Vorlesung „High-Performance Visualization“. Dies stellt aber keine Voraussetzung dar. Kenntnisse in Computer Graphics oder High-Performance Computing (HPC) könnten ebenfalls hilfreich sein.

Literaturempfehlungen

- A. C. Telea, „Data Visualization – Principles and Practice“, 2. Edition, CRC Press, 2015
- E. W. Bethel, H. Childs, C. Hansen, „High Performance Visualization“, CRC Press, 2013
- W. Schroeder, K. Martin, B. Lorensen, „The Visualization Toolkit“, 4. Edition, Kitware, 2006

- C. Hansen, C. Johnson, „The Visualization Handbook“, Elsevier Academic Press, 2005

Highlights of Robust Optimization

(Seminar – Vertiefungsrichtung: Numerik)

Prof. Dr. Nicole Megow and Dr. Felix Hommelsheim

{nmegow,fhommels}@uni-bremen.de

Description

This seminar focuses on recent research in the broad area of robust optimization and highlights various techniques to handle different types of uncertainty. Many combinatorial optimization problems do not consider that the input data of real-world applications may be uncertain. One approach to tackle this uncertainty is robust optimization, in which we optimize the worst-case of all possible realizations of the input data. However, depending on the application, the uncertainty can be expressed in many different ways: the cost of the resources, the structure of the problem affecting the set of feasible solutions, or even which precise constraints we have to satisfy. We will study different approaches on handling these kind of uncertainties for robust counterparts of some classical combinatorial optimization problems such as shortest path, minimum spanning tree or the assignment problem.

Format

The seminar aims at Master's students; Bachelor's students in higher semesters are also welcome. Students are expected to *read and thoroughly understand* original research papers, and to deliver an *oral presentation* and a *write up*. The first meeting is on **Wednesday, October 20, at 10:15 am** (room tba). We will discuss the organization as well as intermediate meetings and allocate the research articles. **Please register with StudIP!** We intend to schedule the talks as a two-day block seminar during the first week after the end of the semester (Feb 7-11, 2022). We will discuss this in the first zoom meeting.

Informationstheorie

(Proseminar, Seminar – Vertiefungsrichtung: Statistik/Stochastik)

Prof. Dr. Thorsten Dickhaus

Kontakt: dickhaus@uni-bremen.de

Veranstaltungsbeschreibung

Die Informationstheorie beschäftigt sich mit der mathematischen Beschreibung und Analyse der Kodierung, Dekodierung und Übertragung von Information. Informationstheoretische Überlegungen bilden in der Informatik die Grundlage für Verfahren der Datenkompression und -kommunikation sowie für das Design von Netzwerken. Aber auch in anderen Bereichen wie z. B. der Finanzwirtschaft oder der (nichtparametrischen) Statistik spielt die Informationstheorie eine wichtige Rolle.

In unserem (Pro-) Seminar lernen wir Elemente der Informationstheorie und ihrer Anwendungen kennen.

Einige mögliche Vortragsthemen sind dabei:

1. Einleitung, Motivation und Beispiele
2. Entropie und relative Entropie
3. Bit-Rate
4. Datenkompression
5. Kanalkapazität
6. Konzentrationsungleichungen
7. Informationstheorie in der Statistik
8. Netzwerktheorie
9. Informationstheorie in der Portfolio-Theorie
10. Ausgewählte weitere Themen

Ablauf, Format und Prüfungsform

Wir treffen uns in der Regel einmal pro Semesterwoche. An den jeweiligen studentischen Vortrag schließt sich dabei eine Diskussion in der Gruppe an. Zu jedem Vortrag wird darüber hinaus eine ca. fünf- bis zehnseitige Ausarbeitung erstellt. Alle drei Komponenten (Vortrag, Ausarbeitung, Beteiligung an der Diskussion) fließen in die Note ein.

Im Wintersemester 2021 / 2022 wird eine Durchführung in Präsenz angestrebt, aber es wird auch sichergestellt, dass die Lernziele ohne Präsenz erreicht werden können. Insbesondere werden die Präsenztreffen durch Videokonferenzen ersetzt, falls dies notwendig oder gewünscht wird.

Es findet eine Binnendifferenzierung statt: Bachelor-Studierende, die die Lehrveranstaltung als Proseminar einbringen möchten, bearbeiten Themen, die ohne vertiefte Kenntnisse der Wahrscheinlichkeitstheorie auskommen, und Master-Studierende, die die Lehrveranstaltung als Seminar einbringen möchten, bearbeiten Themen, für die vertiefte Kenntnisse der Wahrscheinlichkeitstheorie vonnöten sind.

Näheres dazu wird in einer Vorbesprechung besprochen.

Voraussetzungen

Es gibt keine formalen Voraussetzungen zur Teilnahme. Für ein vertieftes Verständnis der Querbezüge zur Wahrscheinlichkeitstheorie ist jedoch ein vorangegangener Besuch der Lehrveranstaltung „Stochastik“ höchst empfehlenswert.

Literatur

Wir werden hauptsächlich nach dem Lehrbuch

Thomas M. Cover, Joy A. Thomas (2006):
Elements of Information Theory. Second Edition.
Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

vorgehen. Das Buch ist im Intranet der Universität Bremen über die „Wiley Online Library“ zum freien Download verfügbar.

Zu einzelnen Vorträgen wird darüber hinausgehende Literatur zusätzlich zur Verfügung gestellt.

Lineare Algebra

Miniaturen zur Linearen Algebra

(Proseminar)

VAK: 03-M-PS-17

Dr. Eugenia Saorín Gómez

Kontakt: esaoring@uni-bremen.de

Veranstaltungsbeschreibung

Das erste Ziel des Proseminars ist die Vertiefung und die Erweiterung der Kenntnisse zur Linearen Algebra, die im ersten und zweiten Semester mit den Lineare Algebra Vorlesungen erworben wurden. Insbesondere, Anwendungen der Linearen Algebra in anderen (mathematischen) Gebieten, wie Geometrie, Kombinatorik, Informationstheorie, Codierungstheorie, Kryptographie oder Numerik stehen im Vordergrund des Proseminars.
Zusammen mit den mathematischen Inhalten, ist ein sehr wichtiges mehrfaches Lernziel des Proseminars die Heranführung an (eigenständiges) wissenschaftliches Arbeiten, sowohl in Form eines Vortrags, als auch in Form einer Ausarbeitung. Spezifischer, ist das erste Lernziel die selbständige Erarbeitung eines wissenschaftlichen Textes in der Mathematik. Als zweites Lernziel soll die erarbeitete Thematik in einem Vortrag präsentiert werden.
In der Linearen Algebra Vorlesung(en) wird immer wieder erwähnt wie viele Anwendungen es gibt, und wie viel die Lineare Algebra in so vielen verschiedenen Fächern als fundamentales Werkzeug benutzt worden ist. Leider ist es in den ersten 2 Semestern ziemlich schwierig, diese Anwendungen zu behandeln oder sogar zu erwähnen, da viele davon zu viel Einführung oder Vorwissen anderer Fächer erfordern; andere sind zu schwierig und/oder abstrakt für diese ersten 2 Semester. In diesem Proseminar werden wir Beispiele für "Lineare Algebra in Aktion" erarbeiten, die zugänglich und -hoffentlich- überzeugend für die Teilnehmer:innen sind.
Das Buch "Thirty-three Miniatures: Mathematical and Algorithmic Applications of Linear Algebra", von Jiří Matoušekist die fundamentale Referenz. Weitere Themen, wie der Fundamentalsatz der Algebra (mit Lineare Algebra), Multilineare Algebra (insbesondere Tensoren), Geometrie der Symmetrischen Matrizen, Singulärzerlegung, Stochastische Matrizen oder Diagonaldominanz sind potenzielle geeignete Themen fürs Proseminar. Diese Themen werden ggf. behandelt, und geeignete Materialien werden zu Verfügung gestellt.

Das Proseminar richtet sich an Bachelor-Studierende der Mathematik. Im ersten Termin (näheres finden Sie auch in Stud.IP) werden die (im wesentlichen verschiedenen) Kompetenzen für das Proseminar innerhalb des Bachelorstudium ausführlich besprochen und dargestellt.

Ablauf, Format und Prüfungsform

Die mathematischen Texte, bzw. die Themen, werden in dem ersten Termin kurz erklärt bzw. kurz diskutiert. Eine Woche später und nach gemeinsamer (individueller) Absprache werden die Themen verteilt. Ein solcher Text ist typischerweise entweder ein Stoff- und Schwierigkeitsgrad angepasster wissenschaftlicher Artikel oder ein Abschnitt eines Buches.
Nach Absprache, und je nach Teilnehmeranzahl, bekommen die Teilnehmenden Zeit zum bearbeiten des Themas. Dieses wird in Form einer Präsentation (mit anschließender Diskussion) dargestellt, wodurch die Grundlagen des wissenschaftlichen Vortragens erlernt werden können. Ein kurzes (1 Seite) Handout vom Vortragenden für die Zuhörer sollte den Teilnehmer:innen bei dem Vortrag helfen, mit dem "neuen" Thema des Vortrags leichter einzusteigen. Im Anschluss muss eine Ausarbeitung angefertigt werden. Damit werden die ersten Schritte in das wissenschaftliche Schreiben geübt. Um das wissenschaftliches Vortragen und Schreiben zu optimieren, sowie verschiedene wissenschaftliche Stille (von beiden, Vortragen und Schreiben) kennenzulernen, müssen alle Teilnehmer:innen allen Vortragenden (schriftlich, 2-3 Seiten) ein *konstruktives* Feedback über den Vortrag und die Ausarbeitung geben.

1. Zeit: Montags 12:00 - 14:00 (wöchentliche Vorträge der Teilnehmer:innen, siehe bitte unten)
2. Ort: MZH 1450
3. Form: 5 ECTS-Punkte
4. Prüfungsform:
   - 40-50 Min. Vortrag plus anschließende 10 Min. Diskussion
   - kurzes (einseitig) Handout für die Anwesenden im Vortrag
   - schriftliche Ausarbeitung von ca. 10-15 Seiten
   - schriftliches (2-3 Seiten) Feedback zu jedem Vortrag&Ausarbeitung
5. Prüfungsgewicht: 60% Ausarbeitung, 40% Vortrag
6. Sprache: Deutsch (Literatur größtenteils auf Englisch)

Voraussetzungen

Lineare Algebra 1 und 2, sowie Analysis 1 und 2.

Literatur (kleine Auswahl)

1. Thirty-three Miniatures: Mathematical and Algorithmic Applications of Linear Algebra", J. Matoušek. AMS Student Mathematical Library 2010.

2. Lineare Algebra: Ein Lehrbuch über die Theorie mit Blick auf die Praxis, Liesen, Jörg, Mehrmann, Volker. Springer Spektrum 2015.

3. Lineare Algebra, B. Huppert und W. Willems. Teubner, 2006.

4. Advanced Linear Algebra, S. Roman. Springer Graduate Texts in Mathematics, 2008.

Machine Learning in 3D and Mechanical Applications

(Seminar – Vertiefungsrichtung: Numerik)

VAK: 03-M-SEM-30

David Erzmann

Kontakt: erzmann@uni-bremen.de

Veranstaltungsbeschreibung

The seminar "Machine Learning in 3D and Mechanical Applications" will introduce the student to various tasks and machine learning methods in 3D and applications in mechanics. In the recent past, topology optimization and physics-informed neural networks have become increasingly hot topics. From an academic and a practical point of view, these topics promise exciting prospects for the future. The seminar will range from 3D and PDE neural network architectures to topology optimization and differentiable physics. The aim is to give the student an excellent theoretical and practical overview of standard methods related to the topic and insights into the current literature.

Ablauf, Format und Prüfungsform

If possible, the whole seminar will be held in person and not online. In the first meeting(s), the lecturer will introduce the field and present a selection of topics from which the students can choose. Additionally, the students are given literature in the form of recent academic papers (2-3 papers each), guidelines, and a code base for their programming exercises (in Python). Each participant then presents their subject (60-90 minutes) until the end of the semester and leads the subsequent discussion. Before their presentations, the lecturer supports the students and is available to answer their questions. Ultimately, the students write a short report/summary (5-10 pages) and hand in the code from their programming exercise.

ggf. Voraussetzungen

The seminar primarily targets master students in mathematics and industrial mathematics. It is beneficial to have prior knowledge in machine learning/data science, but this is not required. The difficulty of the programming exercise can

be adjusted depending on the student's knowledge, so a deeper understanding of programming is not necessary.

Literaturempfehlungen

The literature in the form of recent academical papers will be presented to the students in the course of the seminar.

Numerik partieller Differentialgleichungen

(Seminar – Vertiefungsrichtung: Numerik)

VAK: 03-M-SEM-1

Prof. Dr. Alfred Schmidt

Kontakt: alfred.schmidt@uni-bremen.de

Veranstaltungsbeschreibung

Viele Anwendungsprobleme führen auf nichtlineare partielle Differentialgleichungen oder Systeme von partiellen Differentialgleichungen. Sowohl die Lösung als auch die Optimierung von Teilaspekten benötigt dabei meist numerische Verfahren.
Wir wollen uns im Wintersemester 2021/22 im Seminar insbesondere mit numerischen Methoden für Modelle aus ingenieurwissenschaftlichen Anwendungen zum Schleifen und Fräsen befassen.
Themen ergeben sich dabei in den Bereichen Thermomechanik, Thermo-Fluiddynamik, aber auch schwache Formulierung von Randbedingungen etc.
Im Rahmen des Seminars wollen wir einige Modelle, Diskretisierungen und Lösungsalgorithmen für solche Anwendungen behandeln.

Ablauf, Format und Prüfungsform

Ein erfolgreicher Abschluss des Seminars setzt üblicherweise einen Vortrag von ca. 60 Minuten und eine schriftliche Ausarbeitung voraus. Die genaueren Modalitäten der Vorträge werden im Laufe des Semesters besprochen.
In der ersten Vorlesungswoche wird eine Vorbesprechung stattfinden, siehe auch Stud.IP. Vortragsthemen können aber auch danach noch vergeben werden.

Voraussetzungen

Gute Kenntnisse zu Analysis und Numerik, sowie Vorkenntnisse zu numerischen Methoden für partielle Differentialgleichungen, z. B. erworben im Rahmen der Vorlesung „Numerik partieller Differentialgleichungen“

Stochastik

Analysis auf Fraktalen

(Proseminar)

VAK: 03-M-PS-16

Prof. Dr. Marc Keßeböhmer

Kontakt: mhk@uni-bremen.de

Veranstaltungsbeschreibung

Grob gesprochen, ist mit der *Analysis auf Fraktalen* die Beschreibung differenzierbaren Verhaltens auf nicht-glatten Objekten gemeint. Genauer geht es darum einen Laplace-Operator (Ableitungsoperator 2. Ordnung) sinnvoll so zu definieren, dass das sogenannte Dirichlet-Problem, das physikalische Diffusionsprozesse mathematisch modelliert, auch für fraktale Mengen formuliert und gelöst werden kann. Erste Ansätze sind etwa 20 Jahre alt und das Thema ist noch immer ein spannender Gegenstand aktueller Forschung. Glücklicherweise gibt es ein Lehrbuch für einen dieser Ansätze, das wir als Grundlage für dieses Seminar verwenden werden. Die mathematischen Gegenstände, die in diesem Seminar berührt werden, gehören teilweise der Analysis und zu anderen Teilen der modernen Stochastik an. Bei der Wahl Ihres Themas sollten sie die jeweilige Zuordnung bedenken. Die folgende Liste gibt einen ersten Überblick über die zu behandelnden Themen:

- Geometrie selbst-ähnlicher Mengen
- Konzepte der Dimensionstheorie
- Dirichletformen für endliche Graphen
- Der diskrete Laplace-Operator
- Dirichletformen und Laplace-Operatoren als Grenzwert von endlichen Graphen
- Harmonische Strukturen für p.c.f. Fraktale
- Eigenwerte und Eigenfunktionen vom Laplace-Operator
- Zugang durch Funktionenräume nach Strichartz

Ablauf, Format und Prüfungsform

Nach Vergabe der Themen in den ersten beiden Semesterwochen treffen wir uns wöchentlich als Gruppe, um gemeinsamen den Stoff zu erarbeiten und individuelle Fragen zu den einzelnen Themengebieten zu besprechen. Jede Teilnehmerin und jeder Teilnehmer stellt ein Thema auf Grundlage des Textbuches von J. Kigami oder weiterführender Literatur in einem ca. 60 minütigen Vortrag zum Ende des Semesters vor. Schlißlich gehört zum erfolgreichen Absolvieren des Moduls eine Ausarbeitung auf Grundlage des Vortrags.

ggf. Voraussetzungen

Diese Veranstaltung benötigt eine gute Kenntnis der reellen Analysis und etwas lineare Algebra. Kenntnisse in der Maß- und Wahrscheinlichkeit und/oder Funktionalanlysis können von Nutzen sein. Ein sicherer Umgang mit elementarer Mengenlehre ist hilfreich.

Literaturempfehlungen

- Kigami, Jun. *Analysis on fractals*, Cambridge tracts in mathematics 143, 2001. https://doi.org/10.1017/CBO9780511470943
- Strichartz, Robert S. Function spaces on fractals. *J. Funct. Anal.* 198(1), 43–83, 2003. https://doi.org/10.1016/S0022-1236(02)00035-6

Reading Course Algebra

VAK: 03-M-RC-1

Prof. Dr. Dmitry Feichtner-Kozlov

Kontakt: dfk@math.uni-bremen.de

Veranstaltungsbeschreibung

Selbststädige Einarbeitung in ausgewählte Themen des mathematischen Vertiefungsfachs Algebra anhand von Monographien und Forschungsarktikeln.
Ablauf, Format und Prüfungsform
Ziel des Kurses ist es, sich in ausgewählte Themen des Vertiefungsfaches Algebra selbständig anhand von Büchern, Artikeln und anderer Fachliteratur einzuarbeiten. Die Einarbeitung soll unter Anleitung eines selbständig lehrenden Mitarbeiters in der Algebra und verwandten Gebieten (sowie Geometrie oder Topologie) erfolgen.
Neben der Lektüre wird es regelmäßige Treffen geben, bei denen die Themen in informeller oder formeller Form präsentiert und besprochen werden. Die Einarbeitung soll auch mit schriftlichen Ausarbeitungen verbunden sein. Der Kurs kann eine Einführung in vertiefende Grundlagen beinhalten und er sollte idealerweise zur Einarbeitung in Thematiken des Umfeldes der späteren Masterarbeit genutzt werden.
Ihr Betreuer, bzw Ihre Betreuerin, wählen Sie selbst aus; gerne berät Sie der Koordinator, Prof. Dmitry Feichtner-Kozlov. Sie sollten das Thema und den Ablauf des Reading Courses zunächst mit der betreuenden Person absprechen. Diese Person soll sich dann mit dem Koordinator in Verbindung setzen und die Inhalte abstimmen.
Die erfolgreiche Teilnahme wird auf Nachfrage am Ende des Reading Course vom Koordinator in Rücksprache mit dem Betreuer, bzw der Betreuerin, bestätigt.
Beachten Sie auch die Modulbeschreibung im Modulhandbuch. Die Betreuung durch einen Hochschullehrer, eine Hochschullehrerin, bzw ein WiMi aus der ALTA Institut ist fachlich naheliegend.
Alle weitere Leistungen (typischerweise eine schriftliche Ausarbeitung und ein längerer Vortrag) werden als Teil der Betreuung vereinbart.

Reading Course Analysis

VAK: 03-M-RC-2

Prof. Dr. Jens Rademacher als Koordinator

Kontakt: jdmr@uni-bremen.de

Veranstaltungsbeschreibung

Selbstständige Einarbeitung in ausgewählte Themen des mathematischen Vertiefungsfachs Analysis anhand von Monographien und Forschungsarktikeln.

Ablauf, Format und Prüfungsform

Dies ist ein Modul für Studieren im **Master**studiengang Mathematik-Vollfach. Ziel ist es, sich in ausgewählte Themen des Vertiefungsfaches Analysis selbständig anhand von Büchern, Artikeln und anderer Fachliteratur einzuarbeiten. Die Einarbeitung soll unter Anleitung eines selbständig lehrenden Mitarbeiters in der Analysis und verwandten Gebieten erfolgen. Neben der Lektüre wird es regelmäßige Treffen geben, bei denen die Themen in informeller oder formeller Form präsentiert und besprochen werden. Die Einarbeitung soll auch mit schriftlichen Ausarbeitungen verbunden sein. Der Kurs kann eine Einführung in vertiefende Grundlagen beinhalten und er sollte idealerweise zur Einarbeitung in Thematiken des Umfeldes der späteren Masterarbeit genutzt werden.
Ihr:e Betreuer:in wählen Sie selbst aus; gerne berät Sie der Koordinator, Prof. J. Rademacher. Sie sollten das Thema und den Ablauf des Reading Courses zunächst mit der betreuenden Person absprechen und dann den Koordinator Prof. J. Rademacher darüber informieren. Die erfolgreiche Teilnahme wird auf Nachfrage am Ende des Reading Course vom Koordinator in Rücksprache mit dem:r Betreuer:in bestätigt.
Beachten Sie auch die Modulbeschreibung im Modulhandbuch.
Eine Liste naheliegender BetreuerInnen (Sie können auch jemand anderen ansprechen–entscheidend ist, dass das Thema im Bereich der Analysis liegt): Hochschullehrer:innen und Lektoren:

- Peter Maass [Inverse Probleme]
- Marc Keßeböhmer [diskrete und maßtheoretische Dynamik],
- Anke Pohl [Dynamik und hyperbolische Geometrie],

- Andreas Rademacher [partielle Differentialgleichungen und Materialwiss.],
- Jens Rademacher [Nichtlineare Dynamik und Differentialgleichungen],
- Hendrik Vogt [Funktionalanalysis und Spektraltheorie]

wissenschaftliche Mitarbeiter:innen:
Moritz Doll [Spektraltheorie]
Bing-Ying Lu [partielle Differentialgleichungen]
Ivan Ovsyannikov [Dynamik gewöhnlicher Differentialgleichungen]

Zur **erfolgreichen Teilnahme** am Reading Course Analysis gehören die Teilnahme an zwei Treffen der Gesamtgruppe, wobei jeweils ein Vortrag von ca. 15Min Länge zu halten ist.
Alle weitere Leistungen (typischerweise eine schriftliche Ausarbeitung und ein längerer Vortrag) werden mit dem:r Betreuer:in vereinbart.

ggf. Voraussetzungen

Immatrikulation Masterstudiengang Mathematik-Vollfach.

Literaturempfehlungen

- Abhängig vom zu bearbeitenden Thema. Eigenständige Recherche nach geeigneter Fachliteratur.

Reading Course Numerik

VAK: 03-M-RC-3

Dozierende des ZeTeM

Kontakt: bueskens@uni-bremen.de

Veranstaltungsbeschreibung

Studierende können sich im Reading Course zur Numerik vertiefend mit Spezialgebieten der Numerik auseinandersetzen. Ziel ist es, sich in ausgewählte Themen anhand von Lehrbüchern, wissenschaftlichen Artikeln oder anderen Monographien selbständig einzuarbeiten. Der Kurs kann auch eine Einführung in vertiefende Grundlagen oder in Spezialsoftware (z.B. Alberta, WORHP) beinhalten. Zudem werden Aspekte des wissenschaftlichen Arbeitens diskutiert, z.B. Beschaffung relevanter Literatur, korrektes Zitieren verwendeter Literatur, Aufbau einer wissenschaftlichen Arbeit. Der Reading Course wird idealerweise zur Einarbeitung in Thematiken des Umfeldes einer späteren Masterarbeit genutzt. Die Einarbeitung soll unter Betreuung eines Dozenten des ZeTeM erfolgen. Neben der Lektüre von Literatur wird es regelmäßige Treffen mit dem Betreuer bzw. der Betreuerin geben, bei denen die Themen in informeller oder formeller Form präsentiert und besprochen werden. Die Einarbeitung wird i.d.R. auch mit Ausarbeitungen verbunden sein. Das Thema und der genaue Ablauf des Reading Courses wird mit der betreuenden Person abgesprochen.

Ablauf, Format und Prüfungsform

Nach Absprache.

Voraussetzungen

Es gibt keine formalen Voraussetzungen, aber es wird die dringende Empfehlung zu Kenntnissen der Numerik I/II ausgesprochen. Grundkenntnisse in Programmierung und der Benutzung mathematischer Software ist von Vorteil.

Literaturempfehlungen

Abhängig vom zu bearbeitenden Thema und eigenständige Recherche nach geeigneter Fachliteratur.

Reading Course Statistik/Stochastik

VAK: 03-M-RC-4

Prof. Dr. Werner Brannath & Prof. Dr. Thorsten Dickhaus

Kontakt: brannath@uni-bremen.de, dickhaus@uni-bremen.de

Veranstaltungsbeschreibung

Ablauf, Format und Prüfungsform

Termine, Themen und Ort der Veranstaltung werden in einer Vorbesprechung festgelegt. Der Termin und Ort der Vorbesprechung wird vor Semesterbeginn in Stud.IP bekannt gegeben. Eine Anmeldung bei Stud.IP ist also notwendige Voraussetzung für die Teilnahme.
Ziel des Reading Courses ist es, die Studierenden anhand von vorwiegend englischsprachiger Originalliteratur (wissenschaftliche Fachartikel und Fachbücher) in spezielle und ggf. für die Masterarbeit relevante Themen einzuführen. Die Teilnehmer und Teilnehmerinnen sollen sich selbständig (unter Beratung ihrer Betreuer*innen) in das Thema einarbeiten, einen Vortrag darüber halten und eine Ausarbeitung erstellen.
Prof. Brannath und Prof. Dickhaus werden Themen für Vorträge in Stud.IP in Form einer kurzen Beschreibung und Literaturangaben bekannt gegeben. Bei Interesse an Themen anderer Dozenten*innen (z.B. Marc Keßeböhmer, Vanessa Didelez, Iris Pigeot und Marvin Wright) bitten wir, direkten Kontakt mit diesen Dozent*innen aufzunehmen, und zwar deutlich vor dem 5.11.2021. Studierende können sich auch eigene Themenvorschläge überlegen, müssen diese aber ebenfalls deutlich vor dem 5.11.2021 mit einem der Dozent*innen aus Stochastik oder Statistik (als potentielle Masterarbeitsbetreuer*innen) absprechen. Die Vergabe der Themen von Prof. Brannath und Prof. Dickhaus sowie die terminliche Einteilung aller Vorträge erfolgt (wie bereits erwähnt) in der Vorbesprechung.

ggf. Voraussetzungen

Voraussetzungen für diese Vorlesungen sind Kenntnisse aus der Stochastik und Statistik, wie sie in den Vorlesungen “Stochastik” und “Statistik 1” am FB 03 vermittelt werden.

Literaturempfehlungen

Literatur wird in Stud.IP, der Vorbesprechung und im Laufe des Semesters bekannt gegeben.

Data Science in Natural Sciences using R

a course with pracricals and projects

Prof. Dr. Stephan Frickenhaus

Contact: sfricken@uni-bremen.de

Description of the course

The term "Data Science" has been used very often in recent years to frame modern data analysis methods as a discipline between mathematics, statistics and computer sciences, mainly for applications in data driven research [1]. This course provides insights into the practice of data science to a broader audience within the General Studies. The basis is real world example data and real research questions.
The course gives basics of programming in R, assuming that self teaching is used to fill gaps. Students are welcome to present own ideas, data and projects. The project may contain self teaching elements, e.g., by exploration of R-forums on the internet to solve programming tasks. Practicals in R will work also on synthetic data to illustrate methods features, limitations and differences.
Real scientific data is provided by researchers from the Alfred Wegener Institute, Bremerhaven (example given in Fig. 1). Exploring data and preparing it for analyses will be trained, as well as automatized data processing for big/multiple data sets.

Schedule, Format and Exam

We will work with the computers in MZH-0240, Wednesdays 14:00 c.t. - 16:00. The first session will be online (per Zoom, see StudIP).
The course takes 2 SWS; it offers 3 EC. For successful participation I expect a project report or a method talk with demo on own or provided data. No grade is given.

Requirements

Your own laptop computer would be very useful for doing homework. Make shure you installed R from r-project.org and the free-of-charge desktop version of R-Studio from

[1] see https://www.nsf.gov/cise/ac-data-science-report/CISEACDataScienceReport1.19.17.pdf

www.rstudio.com/products/rstudio/. This makes your R programming and data management much easier.

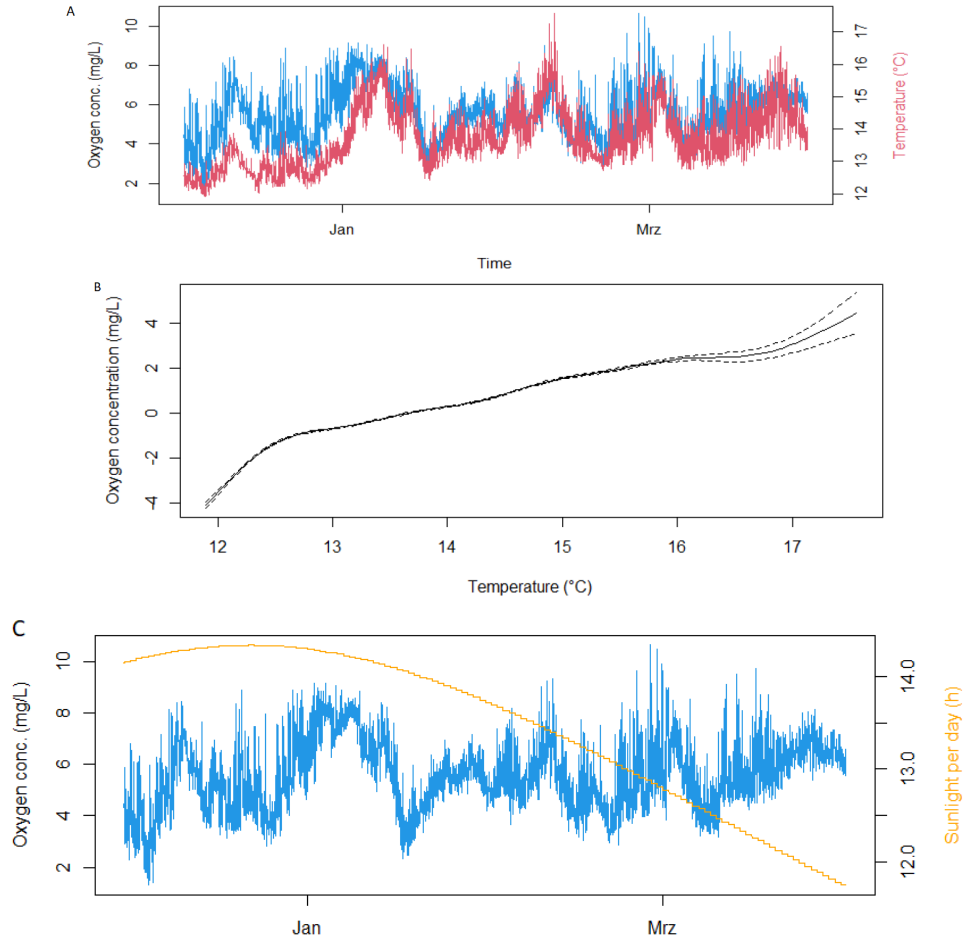


Figure 1: Example data from Valparaiso coastal observations summer 2015/2016, Chile; A: temperature and oxygen content data; B: Generalized additive model, C: computed Sunlight per day

Literature

- Garrett Grolemund, Hadley Wickham
  R for Data Science (2016), O'Reilly Media, Inc.
  ISBN: 9781491910399
  online at SUUB

Einführung in R

VAK: 03-M-GS-7

Prof. Dr. Werner Brannath & Charlie Hillner

Kontakt: brannath@uni-bremen.de, chillner@uni-bremen.de

Veranstaltungsbeschreibung

Ziel dieser Veranstaltung ist es, den Umgang mit der Open Source Programmiersprache R für statistische Datenanalysen und -visualisierungen zu erlernen. Hier wird primär in die Grundfunktionen von R eingeführt und mittels verschiedenster R-Pakete werden praxisrelevante Aufgaben bearbeitet. Am Ende des Kurses sollen Studierende grundlegende statistische Auswertungen durchführen und einfache und komplexere Grafiken erstellen zu können. Die Inhalte sind wie folgt gegliedert:

1. Aufbau und grundlegende Fuktionen bzw. Prozeduren; Zusatzpakete der Software; Umgang mit Hilfeoptionen
2. Datentypen, Datenmanagement und Datenmodifikation
3. Mathematische und logische Operatoren und Kontrollstrukturen
4. Umsetzung und Anwendung deskriptiver Statistiken (Tabellen und Grafiken)
5. Wahrscheinlichkeitsrechnung und Simulationen in R
6. Gundelemente statistischer Testverfahren (z.B. Binomialtest, t-Test, Anpassungstests, Test auf Unabhängigkeit, Varianzanalyse und Regressionsanalyse)

Ablauf, Format und Prüfungsform

Die Veranstaltung findet wöchentlich dreistündig (3 x 45 Minuten) online statt. Diese drei Stunden sind normalerweise so strukturiert, dass zuerst neue Inhalte im Vorlesungsstil durch einen Foliensatz vermittelt werden und im Anschluss das neu erworbene Wissen anhand von Präsenzaufgaben geübt wird. Zudem werden die Hausaufgaben der jeweils letzten Woche besprochen. Zum Bestehen des Moduls ist eine unbenotete Studienleistung zu erbringen, welche daraus besteht, wöchentliche Präsenz- und Hausaufgaben sinnvoll zu bearbeiten und abzugeben.

ggf. Voraussetzungen

Formal gibt es keine Voraussetzungen, allerdings sind grundlegende Kenntnisse aus der Stochastik/Statistik sehr empfehlenswert. Bereits erworbene Programmierkenntnisse in R selbst sind nicht von Nöten.

Literaturempfehlungen

Eine kleine Auswahl:

- http://r-project.org/doc/bib/R-books.html
- W. Chang: *R Graphics Cookbook: Practical Recipes for Visualizing Data*, O'Reilly Media, Inc., 2012
- D. Wollschläger: *Grundlagen der Datenanalyse mit R: Eine anwendungsorientierte Einführung (Statistik und ihre Anwendungen)*, Springer, 2020
- U. Ligges: *Programmieren mit R*, Springer, 2008