

department mathematik/informatik der universitaet zu koeln

---

kommentare  
zum vorlesungsangebot

---

abteilung mathematik und abteilung informatik

Sommersemester 2023

06. Januar 2023

Die Angaben zu den Veranstaltungen sind aufgrund der aktuellen Situation unter Vorbehalt.  
Aufgrund entsprechender Maßnahmen kann es hierbei noch zu Änderungen kommen.

## Dr. Alexander Apke

**Seminar** Approximationsalgorithmen (14722.5068)

*Approximation algorithms*

nach Vereinbarung

Vorbesprechungstermin: Do., 02.02.2023, 10 Uhr, Raum 1.421 in der Sibille-Hartmann-Str. 2 (Gebäude 415, Eingang A)

**Bereich:** Diskrete Mathematik und Mathematische Optimierung, Informatik

**Belegungsmöglichkeiten:**

Mathematik: Bachelor, Master

Wirtschaftsmathematik: Bachelor, Master

Informatik: Master

Im **Seminar** beschäftigen wir uns mit Approximationsalgorithmen für schwierige Probleme. Für viele kombinatorische Optimierungsprobleme wissen wir, dass diese NP-schwierig sind. Einen schnellen Algorithmus, der uns eines dieser Probleme exakt löst, werden wir daher wahrscheinlich nicht finden. Wir wollen uns für verschiedene bekannte Graphen- und Optimierungsprobleme - wie bspw. das Knotenfärbungs-, das Facility Location oder das Rucksack-Problem - Algorithmen anschauen, die diese zwar nicht exakt, aber approximativ mit einer gewissen, beweisbaren Approximationsgüte lösen.

Inhalte aus den Vorlesungen Operations Research und Theoretische Informatik (bzw. Info II) werden teilweise vorausgesetzt.

Wenn Sie zum Vorbesprechungstermin kommen möchten, melden Sie sich vorher bitte mit einer formlosen Mail ([apke@cs.uni-koeln.de](mailto:apke@cs.uni-koeln.de)) an (mit der Info, welches Fach auf Bachelor oder Master Sie studieren).

Das Seminar soll als Blockseminar gegen Ende des Semesters stattfinden.

## Dr. Severin Barmeier

**Vorlesung** Lineare Algebra II (14722.0003)  
*Linear Algebra II*  
Mo., Do. 8-9.30  
im Hörsaal B (Hörsaalgebäude)  
**Bereich:** Algebra und Zahlentheorie  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
Mathematik: Bachelor  
Wirtschaftsmathematik: Bachelor

**Übungen** Lineare Algebra II (14722.0004)  
*Exercises for Linear Algebra II*  
nach Vereinbarung  
**Bereich:** Algebra und Zahlentheorie  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
Mathematik: Bachelor  
Wirtschaftsmathematik: Bachelor

Die **Vorlesung** Lineare Algebra II ist der zweite Teil der zweisemestrigen Vorlesung Lineare Algebra und bildet die Grundlagen für weitere mathematische Vorlesungen weiter aus. Zu den Hauptthemen gehören Quotienten von Vektorräumen und universelle Eigenschaften, multilineare Abbildungen und Tensorprodukte, sowie Bilinearformen.

### Literatur

S. Waldmann, Lineare Algebra 2, Springer (2017)

In den **Übungen** wird der Vorlesungsstoff vertieft. Aktive Teilnahme an den Übungen ist unbedingt erforderlich.

## Prof. Dr. Kathrin Bringmann

**Oberseminar** Zahlentheorie und Modulformen (14722.0076)

*Number theory and Modular forms*

Mo 14-15.30

im Übungsraum 2, Gyrhofstraße

mit Prof. Dr. Sander Zwegers

**Bereich:** Algebra und Zahlentheorie

**Oberseminar** Automorphe Formen (ABKLS) (14722.007)

*Automorphic Forms (ABKLS)*

alternierend

mit Prof. Dr. Sander Zwegers

**Bereich:** Algebra und Zahlentheorie

**Seminar** Modulformen (14722.0040)

*Modular forms*

Mo. 10-11.30

im Übungsraum 2, Gyrhofstraße

mit Giulia Cesana

**Bereich:** Algebra und Zahlentheorie

**Belegungsmöglichkeiten:**

Mathematik: Bachelor, Master

Wirtschaftsmathematik: Bachelor, Master

Lehramt: Master

**Seminar** Reading Seminar for PhD students “Modular forms and their applications“ (14722.0065)

Di. 12-13.30

im Übungsraum 2, Gyrhofstraße

**Bereich:** Algebra und Zahlentheorie

Im **Oberseminar Zahlentheorie und Modulformen** werden Forschungsergebnisse der Teilnehmer und externer Gäste vorgetragen.

Das **Oberseminar Automorphe Formen** findet alternierend in Aachen, Bonn, Köln, Lille und Siegen als Blockveranstaltung statt.

Im **Seminar** werden wir Theorie und Anwendungen von Modulformen diskutieren. Modulformen sind holomorphe Funktionen auf der oberen komplexen Halbebene, die sich durch ihr Verhalten unter gewissen Variablentransformationen auszeichnen. Sie spielen eine zentrale Rolle in der modernen Zahlentheorie, z.B. im Beweis von Fermats Letztem Satz. Unter anderem werden wir die Eisenstein-Reihen, Dedekinds eta-Funktion und Dirichlet-Reihen untersuchen.

Die Vorbesprechung zu diesem Seminar findet am 20.01.2023 um 14.00 Uhr im Hörsaal des Mathematischen Instituts statt.

**Literatur**

1) M. Köcher and A. Krieg, Elliptische Funktionen und Modulformen, Springer-Verlag, Berlin, 1998.

2) R. Busam and E. Freitag, Funktionentheorie, Springer Lehrbuch 2006.

**Link** (<http://www.mi.uni-koeln.de/NumberTheory/teaching/Seminare/Modulformen/index.html>)

Im **Seminar** werden wir Literatur und Veröffentlichungen zum Thema “Modular forms and their applications“ besprechen.

## Prof. Carina Büscher

**Seminar** Spezielle Fragen der Mathematikdidaktik für das gymnasiale Lehramt  
(14795.9067)

Di. 12-13.30 Uhr

S182

**Belegungsmöglichkeiten:**

Lehramt: Bachelor

Weitere Informationen zu dieser Veranstaltung finden Sie auf der Homepage des Instituts für Mathematikdidaktik.

## Prof. Dr. Alexander Drewitz

**Vorlesung** Perkolation (14722.0023)  
*Percolation*  
 Mo. 12-13:30, Do. 12-13:30  
 im Seminarraum 2 Mathematik (Raum 204)  
**Bereich:** Stochastik und Versicherungsmathematik  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
 Mathematik: Master  
 Wirtschaftsmathematik: Master  
 Lehramt: Master  
 Informatik: Master

**Übungen** Perkolation (14722.0024)  
*Percolation*  
**Bereich:** Stochastik und Versicherungsmathematik  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
 Mathematik: Master  
 Wirtschaftsmathematik: Master  
 Lehramt: Master  
 Informatik: Master

**Seminar** Kopplung (14722.0041)  
*Couplings*  
 Mi. 14-15:30  
 im Seminarraum 2 Mathematik (Raum 204)  
 Vorberechungsstermin: 18. Januar 2023, 13:30 Uhr via zoom  
**Bereich:** Stochastik und Versicherungsmathematik  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
 Mathematik: Bachelor, Master  
 Wirtschaftsmathematik: Bachelor, Master  
 Lehramt: Master

**Seminar** Zufällige Polynome und zufällige Kähler-Geometrie (14722.0067)  
**Bereich:** Stochastik und Versicherungsmathematik

**Seminar** (14722.0079)  
*Bonn Cologne Seminar on Mathematics and Physics*  
**Bereich:** Stochastik und Versicherungsmathematik

In the **Vorlesung** Percolation, models have been playing a fundamental role in statistical physics and mathematics for several decades by now. They had initially been investigated in the gelation of polymers during the 1940s by chemistry Nobel laureate Flory and Stockmayer.

From a mathematical point of view, the birth of percolation theory was the introduction of

Bernoulli percolation by Broadbent and Hammersley in 1957, motivated by research on gas masks for coal miners. For a presumably more relevant to your daily life model of percolation think of brewing coffee, where the term “percolator“ even refers to a certain type of coffee machine. One of the key features of this model is the inherent stochastic independence which simplifies its investigation, and which has lead to very deep mathematical results.

While the model is easy to define and there has been tremendous progress during the last decades, many interesting questions remain open.

In this course we will cover a range of fundamental and by now classical results of percolation theory.

Further related literature will be mentioned along the course.

The course is aimed at MSc students in mathematics and econometrics, and forms part of the area stochastics and insurance mathematics.

Prerequisites: Probability theory I; probability theory II would be helpful, but is only needed at very few places.

Start of lectures: Monday April 3, 2023

### **Literatur**

[1] Geoffrey Grimmett. Percolation, volume 321 of Grundlehren der Mathematischen Wissenschaften [Fundamental Principles of Mathematical Sciences]. Springer Verlag, Berlin, second edition, 1999.

[2] Béla Bollobás and Oliver Riordan. Percolation. Cambridge University Press, New York, 2006.

In **Couplings** we will investigate selected topics from [Tho00] (which can be chosen in accordance with previous knowledge of the participants) concerning couplings of probability distributions. Couplings amount to one of the most seminal and useful tools in probability theory, and they find applications in almost all areas of probability theory. While oftentimes couplings are simple to construct, they have powerful implications. Presumably the biggest difficulty is to find the right coupling for a certain situation, which can be somewhat of an art.

The seminar is aimed at BSc as well as MSc students. Participants are expected to have mastered the lectures “Einführung in die Stochastik“ or “Wahrscheinlichkeitstheorie I“. In order to obtain the corresponding credit points, participants have to give a presentation on one of the available topics and actively contribute to the discussions of the remaining presentations.

Presentations can be given in English or German. Here you can find some advice on how to prepare a valuable seminar talk which you should take serious.

A preliminary meeting will take place on Wednesday, January 18, 2022, at 1:30 p.m. on zoom via the link <https://uni-koeln.zoom.us/j/99826337319?pwd=L3NMeXpMeWhUZmU3VWp1ejY2b0g2UT09> (Meeting ID: 998 2633 7319 Password: 337071)

Students who intend to participate in the seminar are asked to notify the secretary Mrs. Heidi Anderka via email ([handerka@math.uni-koeln.de](mailto:handerka@math.uni-koeln.de)) between January 27 and and February 1,

2023, including 1. matriculation number, 2. relevant lectures attended and grades obtained.

Starting on April 5, 2023

**Literatur**

References

[Tho00] Hermann Thorisson. Coupling, stationarity, and regeneration. Probability and its Applications (New York). Springer-Verlag, New York, 2000.

## PD Dr. Stephan Ehlen

**Seminar** Blockseminar zu elementarer Zahlentheorie und Algebra (14722.0051)

*Block seminar on elementary Number Theory and Algebra*

nach Vereinbarung

**Bereich:** Algebra und Zahlentheorie

**Belegungsmöglichkeiten:**

Mathematik: Bachelor, Master

Wirtschaftsmathematik: Bachelor, Master

Lehramt: Master

Im Seminar werden Themen der elementaren Zahlentheorie sowie hierzu hilfreiche Grundlagen der Algebra behandelt. Hierbei soll ein algorithmischer Schwerpunkt gesetzt werden. Themen sollen u.a. die folgenden sein. Algebra: Endlich erzeugte abelsche Gruppen, die Struktur der Einheitengruppe von  $\mathbb{Z}/n\mathbb{Z}$ . Elementare Zahlentheorie: quadratische Reste, Kettenbrüche, Primzahltests, Faktorisierungsalgorithmen, kryptographische Verfahren, sowie elliptische Kurven (und ihre Anwendungen in der Kryptographie). Voraussetzungen: Lineare Algebra und Grundkenntnisse in Algebra.

Das Seminar ist als Blockseminar geplant. Der Termin hierzu wird bei der Anmeldung vereinbart. Die Anmeldung erfolgt über die Seminar-Website <https://www.stephanehlen.de/seminar/ss23> (online ab 2.1.2023).

### Literatur

S. Müller-Stach, J. Piontkowski, Elementare und algebraische Zahlentheorie, Vieweg+Teubner, 2011

W. Stein, Elementary Number Theory, Springer Verlag, 2017

H. Cohen, A Course in Computational Algebraic Number Theory, Springer-Verlag, 1993

## Dr. Johann Franke

### **Vorlesung** Analytische Zahlentheorie (14722.0102)

*Analytic Number Theory*

Di. 14-16, Fr. 12-14

im Hörsaal Mathematik (Raum 203)

mit Dr. Johann Franke

**Bereich:** Algebra und Zahlentheorie

**Belegungsmöglichkeiten:**

Mathematik: Bachelor, Master

Wirtschaftsmathematik: Bachelor, Master

Lehramt: Bachelor

### **Übungen** Analytische Zahlentheorie (14722.0103)

*Exercises on Analytic Number Theory*

Mo. 16-17.30

im Hörsaal Mathematik (Raum 203)

mit Giulia Cesana

**Bereich:** Algebra und Zahlentheorie

**Belegungsmöglichkeiten:**

Mathematik: Bachelor, Master

Wirtschaftsmathematik: Bachelor, Master

Lehramt: Bachelor

In der **analytischen Zahlentheorie** werden Probleme aus der Zahlentheorie mit Hilfsmitteln der Analysis untersucht. Im Zentrum der Anwendung steht dabei besonders die Funktionentheorie.

Nach einer Abhandlung der benötigten Grundlagen im Bereich der zahlentheoretischen Funktionen und der Fourier-Analysis werden wir zunächst im Detail auf die Theorie der Charaktere und deren zugehörige Dirichlet-Reihen eingehen. Unter anderem betrachten wir dabei die berühmte Riemannsche Zeta-Funktion und beweisen ihre Funktionalgleichung. Mit deren Hilfe werden wir Resultate über die Verteilung von Primzahlen beweisen, und zudem wichtige Umkehrsätze in die Welt der Fourier-Reihen gewinnen. Diese lassen sich schließlich auf klassische Fragestellungen der Zahlentheorie, wie den Quadratesätzen, anwenden. Wir werden zum Beispiel sehen, dass sich jede natürliche Zahl als Summe vierer Quadrate schreiben lässt, und diejenigen Primzahlen  $p$  charakterisieren, die sich in der Form  $p = x^2 + y^2$  mit ganzen Zahlen  $x$  und  $y$  ausdrücken lassen.

Innerhalb des Moduls sind Kenntnisse über die Inhalte folgender Module vorausgesetzt:

- Lineare Algebra und Analysis
- Funktionentheorie

Zudem sind Kenntnisse aus der Elementaren Zahlentheorie und Algebra nützlich, aber nicht zwingend erforderlich.

**Literatur**

E. Freitag, R. Busam: Funktionentheorie 1, 4. Auflage, Springer Verlag. (Besonders das letzte Kapitel)

J. Brüderl: Einführung in die analytische Zahlentheorie, Springer Lehrbuch.

T. M. Apostol: Introduction to Analytic Number Theory, UTM, Springer.

In den **Übungen** wird der Vorlesungsstoff vertieft, die Teilnahme ist dringend anzuraten.

## Prof. Dr. Gregor Gassner

- Vorlesung** Einführung in die Klimamodellierung (14722.0025)  
*Introduction in Climate Modeling*  
 Di., Mi. 12-13.30  
 im Seminarraum 3 Mathematik (Raum 314)  
**Bereich:** Numerische Mathematik und Wissenschaftliches Rechnen  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
 Mathematik: Master  
 Wirtschaftsmathematik: Master  
 Lehramt: Master  
 Informatik: Master
- Übungen** Einführung in die Klimamodellierung (14722.0026)  
*Exercises on Introduction in Climate Modeling*  
**Bereich:** Numerische Mathematik und Wissenschaftliches Rechnen  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
 Mathematik: Master  
 Wirtschaftsmathematik: Master  
 Lehramt: Master  
 Informatik: Master
- Oberseminar** Numerische Simulation (14722.0080)  
*Research Seminar on Numerical Simulation*  
 Fr. 10-11.30  
 Findet online statt  
**Bereich:** Numerische Mathematik und Wissenschaftliches Rechnen

**Content Vorlesung Einführung in die Klimamodellierung:** The course focuses on the so-called energy balance model on a 2D spatial grid (in spherical coordinates) that models the earth's surface temperature throughout the year for a given CO<sub>2</sub> value of the atmosphere. It depends on the geography (land, ocean, ice, snow), the albedo, the turbulent diffusion, the heat capacity, and the solar forcing throughout the year from the sun. It is discretized with finite difference methods in space, backward Euler in time, and solved until annual energy equilibrium is reached. The recommended programming language of the course is Python, however, if the students have experience with the Julia programming language, this could be an option as well (talk to us!). The content of the course is split into milestones, where for each milestone lectures on the theory (physics, mathematics, software) are followed by a "do-it-yourself" implementation phase, which will be guided and supervised by the lecturers and the tutors of the course. Reference implementations of all milestones are available and will be provided to the students after each milestone. Once the full climate model is implemented and tested, the last step in the course is to investigate the behavior of the model (e.g. regarding CO<sub>2</sub>, or ice-snow cover, maybe cloud coverage, and its effect on the albedo) and "go wild" with an extension/application free of choice in the very last milestone and present the findings to the rest of the course participants at the end of the semester.

**Learning Objective:** The students will get a broad education on the different ingredients necessary to make a (simple) climate model: from physics, modeling assumptions, numerical methods, and algorithms to the software and programming aspects. The students will understand the assumptions made to derive the model and thus the limits of the model. They will get a climate model tool, where they know every single code line and thus can experiment and investigate its behavior and use it to study climate evolution/change on their own.

**Target Audience:** In general, all students that are interested to learn the technical details of a (simple) climate model are welcome. Working as a group is strongly encouraged. The complexity of the course content aims at students in their early Masters or late Bachelor studies. Our aim of the course is to provide all relevant ideas/information/background theory/algorithms and give guidance/help with the software implementation throughout the semester. While the course is open for students from all subjects, some knowledge/strong interest in basic physics, and/or some knowledge/strong interest in computational physics/mathematics/numerical methods and software development with some experience in programming is helpful. This experience might be obtained for instance in courses from Bachelor studies of Mathematics (e.g. second subject in Physics), Computer Science, Physics, Geophysics, Meteorology or in Teachers' program on Mathematics (e.g. with second subject in Physics).

**Pre-Registration:** As we plan to have close head-by-head supervision during the implementation and software phase of the course, we have only a limited number of spots for students due to limited resources (number of tutors). Hence, it is, unfortunately, necessary to have a pre-registration in case, the number of interested students is much larger than the number of open spots. Hence, if you have interest in participating in this course, please write an email to Ms. Sabine Musielack-Erle (sabine.musielack-erle@math.uni-koeln.de) with the email subject "Klimakoffer Registration" no later than 15th of March, 2023. In the email, please give names and Matrikel number, and also give answers to the following questions: Which subject do you study? (math, physics, geo, meteorology ...) What is your current study semester? (Bachelor or Master) Any relevant pre-knowledge/experience in programming? (Language, low/mid/high experience). Ideally, you can already pre-register as a group (in a single email, containing information of all group members), as we want to encourage group work during the practical phase of the course.

**Organisation:** The course itself will be fully organized via ILIAS, with all relevant information made accessible. After pre-registration, all students will be invited to the course through ILIAS.

**Contact/Questions:** In case you have questions about the course, please do not hesitate to contact us and write to (both) Prof. Gregor Gassner (ggassner@uni-koeln.de) and Dr. Andres Rueda-Ramirez (aruedara@uni-koeln.de) with the email subject "Klimakoffer Question". We try our best to give you an answer as soon as possible.

## Literatur

All relevant information will be provided as course material during the lecture. The content of the course is partially based on the publication "A NetCDF version of the two-dimensional energy balance model based on the full multigrid algorithm" by Zhuang et al. (Software X, 2017). As a reference for the course, we have implemented the full climate model in our Julia code Klimakoffer.jl (<https://github.com/klimakoffer/Klimakoffer.jl>), where a short description can be found at

<https://www.mi.uni-koeln.de/NumSim/2021/09/30/snapshot-numerical-simulations-of-earths-climate/>. However, we have re-structured the software for the course into several milestones to make it easier to digest in a step-by-step approach during the semester. These Python (Julia) reference solutions will be provided after each milestone.

Nähere Erklärungen zu den **Übungen zur Vorlesung Einführung in die Klimamodellierung** entnehmen Sie bitte dem Kommentar zur Vorlesung.

Das **Oberseminar Numerische Simulation** dient der Vorstellung und Diskussion aktueller Forschungsthemen und Ergebnisse der Mitglieder der Arbeitsgruppe, von ExamenskandidatInnen sowie externer Gäste. Themen sind Entwicklung, Design, Analyse und effiziente Implementierung von numerischen Methoden mit Anwendungen z. B. in der Strömungsmechanik, Akustik und Astrophysik.

## Prof. Dr. Hansjörg Geiges

- Vorlesung** Symplektische Topologie (14722.0027)  
*Symplectic Topology*  
Di. 8.15-9.45, Do 10-11.30  
im Stefan Cohn-Vossen Raum Mathematik (Raum 313)  
**Bereich:** Geometrie und Topologie  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
Mathematik: Master  
Wirtschaftsmathematik: Master  
Informatik: Master
- Übungen** Symplektische Topologie (14722.0028)  
*Symplectic Topology*  
2 St. nach Vereinbarung  
mit T. Becker  
**Bereich:** Geometrie und Topologie  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
Mathematik: Master  
Wirtschaftsmathematik: Master  
Informatik: Master
- Seminar** Die Umlaufzahl (14722.0043)  
*The winding number*  
Di 14-15.30  
im Seminarraum 2 Mathematik (Raum 204)  
mit R. Chatterjee, T. Becker  
Vorbesprechungstermin: 18.1., 12.30 Uhr, Seminarraum 2  
**Bereich:** Geometrie und Topologie  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
Mathematik: Bachelor, Master  
Wirtschaftsmathematik: Bachelor, Master  
Lehramt: Master
- Arbeitsgemeinschaft** Symplektische Topologie (14722.0068)  
*Symplectic Topology*  
Mi 12.15-13.45  
im Seminarraum 2 Mathematik (Raum 204)
- Oberseminar** Geometrie, Topologie und Analysis (14722.0081)  
*Geometry, Topology and Analysis*  
Fr 10.30-11.30  
im Seminarraum 2 Mathematik (Raum 204)  
mit G. Marinescu, S. Sabatini, D.-V. Vu

## Oberseminar

Baucum–Aquisgranum–Colonia–Agrippina–Heidelberg–Seminar über  
Symplektische und Kontaktgeometrie (14722.0082)  
*BACH Seminar on Symplectic and Contact Geometry*  
nach Ankündigung  
mit S. Sabatini

Symplektische Geometrie ist die Sprache, die zur mathematischen Beschreibung der klassischen Mechanik, insbesondere der Hamiltonschen dynamischen Systeme, entwickelt wurde. So ist beispielsweise der Satz von Liouville über die Volumentreue des Hamiltonschen Flusses im Phasenraum genau genommen eine Aussage über die Erhaltung einer symplektischen Form.

In einer bahnbrechenden Arbeit aus dem Jahr 1985 erkannte Gromov, daß symplektische Abbildungen (wie der Hamiltonsche Fluß) Starrheitsphänomene zeigen, die keine Entsprechung bei lediglich volumenerhaltenden Abbildungen haben. Aus dieser Beobachtung, und der dazu entwickelten Theorie der pseudoholomorphen Kurven, entwickelte sich das Gebiet der symplektischen Topologie als eigenständige mathematische Disziplin.

In dieser **Vorlesung** sollen die Grundlagen der symplektischen Geometrie entwickelt werden. Der Schwerpunkt wird dabei auf topologischen Aspekten liegen, wie der Konstruktion symplektischer Mannigfaltigkeiten. Vorausgesetzt werden gute Kenntnisse über Mannigfaltigkeiten, Differentialformen und de-Rham-Kohomologie. Weiterführende differentialtopologische und algebraisch topologische Kenntnisse sind hilfreich; die relevanten Techniken werden aber gegebenenfalls behutsam eingeführt.

In den **Übungen** zur Vorlesung Symplektische Topologie werden ergänzende Beispiele diskutiert. Die Teilnahme an den Übungen wird nachdrücklich empfohlen.

### Literatur

A. Cannas da Silva: Lectures on Symplectic Geometry, Springer-Verlag, 2001.

H. Geiges: An Introduction to Contact Topology, Cambridge University Press, 2008.

H. Geiges, K. Zehmisch: A Course on Holomorphic Discs, Buch in Vorbereitung.

D. McDuff, D. Salamon: Introduction to Symplectic Topology (3. Auflage), Oxford University Press, 2017.

**Link** (<http://www.mi.uni-koeln.de/~geiges/Vorlesungen/VorlesungSS23/vorlesungSS23.html>)

Die Umlaufzahl mißt, wie oft eine geschlossene Kurve in der Ebene einen gegebenen Punkt (nicht auf der Kurve) “umläuft”. Diese Idee wird in der Regel in der Vorlesung Funktionentheorie präzisiert, wo die Umlaufzahl zur Formulierung des allgemeinen Cauchyschen Integralsatzes und des Residuensatzes benötigt wird.

In diesem **Seminar** wollen wir das Buch “Winding Around” von John Roe besprechen, das die Bedeutung der Umlaufzahl in vielen anderen Bereichen der Mathematik beleuchtet. Wir werden uns auf topologische Aspekte konzentrieren, aber auch Anwendungen in der Funktionalanalysis sollen betrachtet werden. Die Umlaufzahl erlaubt es, überraschende Verbindungen zwischen diesen und anderen Gebieten zu erkennen. Wie John Roe schreibt: “It’s not really too much

of a stretch to see the winding number as the golden cord which guides the student through the labyrinth of classical mathematics: connecting algebra and analysis, potential theory and cohomology, complex numbers and just about everything.”

Die Kapitel aus dem Buch, die wir besprechen wollen, erfordern neben soliden Grundkenntnissen in mengentheoretischer Topologie (Analysis II sollte genügen) hier und dort speziellere Kenntnisse (Nullmengen, Satz von Stone-Weierstraß, Erweiterungssatz von Tietze, Hilberträume), die aber allesamt in Anhängen des Buches in elementarer Form diskutiert werden und parallel zum Seminar erarbeitet werden können. Vorkenntnisse aus der Funktionentheorie sind nicht erforderlich.

Das Seminar eignet sich für Bachelor- und Masterstudenten; letztere sollten sich die anspruchsvolleren Themen aussuchen.

### Literatur

J. Roe: Winding Around - The Winding Number in Topology, Geometry, and Analysis, American Mathematical Society, 2015.

**Link** (<http://www.mi.uni-koeln.de/~geiges/Seminare/seminarSS23.html>)

In der **Arbeitsgemeinschaft** werden Originalarbeiten aus dem Bereich der Kontaktgeometrie und der Symplektischen Topologie besprochen, und die Teilnehmer tragen über eigene Arbeiten vor.

**Link** (<http://www.mi.uni-koeln.de/~geiges/Symplectic/symplecticSS23.html>)

Im **Oberseminar** Geometrie, Topologie und Analysis finden in erster Linie Gastvorträge statt, die einzeln durch Aushang und im Internet bekanntgegeben werden.

**Link** (<http://www.mi.uni-koeln.de/~geiges/Oberseminar/oberseminar.html>)

Das BACH-Seminar über Symplektische und Kontaktgeometrie findet alternierend an den vier Standorten statt. Die Treffen werden individuell angekündigt.

**Link** (<http://www.mi.uni-koeln.de/~geiges/BHKM/bhkm.html>)

## PD Dr. Fotios Giannakopoulos

**Seminar** Dynamische Systeme in der Ökonomie (14722.0052)

*Dynamical Systems in Economics*

Fr. 17.45-19.15 Uhr

im Seminarraum 1 Mathematik (Raum 005)

Vorbesprechungstermin: Donnerstag, 26.01.2023, um 15 Uhr via Zoom

**Bereich:** Angewandte Analysis

**Belegungsmöglichkeiten:**

Mathematik: Bachelor, Master

Wirtschaftsmathematik: Bachelor, Master

Lehramt: Master

Ökonomische Prozesse wie Konjunkturzyklen lassen sich mithilfe dynamischer Systeme modellieren. Solche Modelle bestehen in der Regel aus gekoppelten nichtlinearen Differentialgleichungen mit oder ohne Zeitverzögerung oder auch aus gekoppelten nichtlinearen Differenzgleichungen. Hier einige Beispiele: IS-LM-Modelle, Goodwin-Modelle, Spinnweb-Modelle, ... . Im Seminar werden wir das Problem der Stabilität und Instabilität von Gleichgewichtslagen sowie der Existenz und orbitaler Stabilität periodischer Lösungen behandeln.

Fundierte Kenntnisse über gewöhnliche Differentialgleichungen und dynamische Systeme werden vorausgesetzt.

Vorbesprechung: Die Vorbesprechung findet am Donnerstag, 26.01.2023, um 15:00 Uhr über Zoom statt. Studierende, die an der Vorbesprechung teilnehmen möchten, mögen sich bitte an mich per Email vor dem 25.01.2023 wenden. Sie erhalten dann eine Einladung zu einem Zoom Meeting.

Verbindliche Anmeldung: Zu diesem Seminar können Sie sich unter der Email-Adresse fotios.giannakopoulos@gmx.de bis zum 01.02.2023 verbindlich anmelden.

## PD Dr. Pascal Heider

**Vorlesung** Volatilitätsflächen (14722.0033)

*Volatility surfaces*

Fr. 16-17.30 Uhr

im Seminarraum 3 Mathematik (Raum 314)

**Bereich:** Numerische Mathematik und Wissenschaftliches Rechnen, Stochastik und Versicherungsmathematik

**Belegungsmöglichkeiten:**

Mathematik: Master

Wirtschaftsmathematik: Master

In dieser **Vorlesung** werden wir uns mit dem mathematischen Konzept der Volatilitätsflächen beschäftigen, das in der Finanzmathematik von großer Bedeutung ist. Wir werden sehen, wie man Volatilitätsflächen aufstellen und interpretieren kann und welche Anwendungen diese haben.

Die Vorlesung richtet sich an alle Studierenden mit Interesse an Finanzmathematik.

## Prof. Dr. Bernhard Heim

**Vorlesung** Algebraische Zahlentheorie II (14722.0104)

*Algebraic Number Theory II*

Mo. 16-17.30, Di. 14-15.30

im Übungsraum 2, Gyrhofstraße

mit Prof. Dr. Bernhard Heim

**Bereich:** Algebra und Zahlentheorie

**Belegungsmöglichkeiten:**

Mathematik: Bachelor, Master

Wirtschaftsmathematik: Bachelor, Master

Lehramt: Bachelor

Informatik: Master

**Übungen** Algebraische Zahlentheorie II (14722.0105)

*Algebraic Number Theory II*

Di. 10-11.30

im Übungsraum 2, Gyrhofstraße

mit Walter Bridges

**Bereich:** Algebra und Zahlentheorie

**Belegungsmöglichkeiten:**

Mathematik: Bachelor, Master

Wirtschaftsmathematik: Bachelor, Master

Lehramt: Bachelor

Informatik: Master

Diese **Vorlesung** ist eine Weiterführung der WS Vorlesung Algebraische Zahlentheorie. Die Vorlesung beginnt mit der Bewertungstheorie. Es werden zentrale Sätze der algebraischen Zahlentheorie vorgestellt, dabei wird der klassische Weg von Weyl und Artin gewählt – Hauptaugenmerk ist auf das Zusammenspiel von lokalen und globalen Betrachtungsweisen. Konkret wird explizit auf  $p$ -adische Bewertungen eingegangen. Danach wird die Dedekindsche Zetafunktion untersucht und die berühmte Klassenzahlformel hergeleitet. Es werden wichtige Dichtesätze von Frobenius und Chebotarev vorgestellt. Es wird auch um lokale Körper, höhere Verzweigungstheorie sowie um lokale und globale Klassenkörpertheorie gehen. Im letzten Teil der Vorlesung wird der Bezug zu aktuellen Forschungsthemen vorgestellt.

Voraussetzungen: Algebraische Zahlentheorie I (Neukirch: Kapitel I )

### Literatur

J. Neukirch, Algebraische Zahlentheorie, Springer (auf Springer Link aus dem Uni-Netz verfügbar), 1992

E. Artin, Algebraic Numbers and Algebraic Functions, Gordon and Breach, 1967

F. Jarvis, Algebraic Number Theory, Springer, 2014

N. Koblitz,  $p$ -adic numbers,  $p$ -adic analysis, and Zeta-functions, Springer, 1977

S. Lang, Algebraic Number Theory, Springer, 1970

A. Leutbecher, Zahlentheorie, Springer, 1996

In den **Übungen** wird der Vorlesungsstoff vertieft.

## apl. Prof. Dr. Dirk Horstmann

**Seminar** Alltagsmathematik (14722.0054)  
*Everyday Maths*  
Di. 10-11.30 Uhr  
im Seminarraum 3 Mathematik (Raum 314)  
Vorbereitungstermin: 17.01.2023, 16:00 Uhr per ZOOM  
**Bereich:** Angewandte Analysis  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
Lehramt: Master

**Seminar** Seminar zur Variationsrechnung (14722.0055)  
*Seminar "Introduction to Calculus of Variations"*  
Mi. 10-11.30  
im Seminarraum 3 Mathematik (Raum 314)  
Vorbereitungstermin: 17.01.2023, 17:30 Uhr per ZOOM  
**Bereich:** Angewandte Analysis  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
Mathematik: Master  
Wirtschaftsmathematik: Master

Im **Seminar zur Alltagsmathematik** werden wir mathematische Problemstellungen aus dem Alltag behandeln, die auf den ersten Blick vielleicht nicht gleich erkennbar sind, die aber auf interessante mathematische Probleme führen. Hierzu werden wir für die jeweiligen Probleme auf wissenschaftliche Artikel zurückgreifen und die Probleme anhand dieser Paper besprechen.

Das Seminar richtet sich an Studierende des Masterstudiengangs Lehramt Mathematik an Gymnasien und Gesamtschulen.

Die **Vorbereitung zum Seminar** findet am Dienstag, den 17.01.2023, um 16:00 Uhr, via ZOOM statt. Interessent:innen melden sich bitte bis zum 15.01.2023 per Email unter [dhorst@math.uni-koeln.de](mailto:dhorst@math.uni-koeln.de), damit der ZOOM-Link rechtzeitig vor der Besprechung versendet werden kann.

Im **Seminar zur Variationsrechnung** wollen wir gemeinsam das Buch "Introduction to Calculus of Variations" von Bernard Dacorogna erarbeiten. Für das Seminar sind Vorkenntnisse des Lebesgueschen Integrals und der Funktionalanalysis erforderlich.

Die **Vorbereitung zum Seminar** findet am Dienstag, den 17.01.2023, um 17:30 Uhr per ZOOM statt. Interessent:innen melden sich bitte bis zum 15.01.2023 per Email unter [dhorst@math.uni-koeln.de](mailto:dhorst@math.uni-koeln.de), damit der ZOOM-Link entsprechend verschickt werden kann.

### Literatur

B. Dacorogna: Introduction To The Calculus Of Variations (Imperial College Press; Auflage: 2)

## Prof. Dr. Jiri Horák

**Seminar** über semilineare elliptische Randwertprobleme (14722.0053)

*Seminar on semilinear elliptic boundary value problems*

Fr. 14-17.30 (im Zwei-Wochen-Rhythmus)

im Übungsraum 1 Mathematik (Raum -119)

Vorbesprechungstermin: 20.01.2023 um 14 Uhr via Zoom

**Bereich:** Analysis, Angewandte Analysis

**Belegungsmöglichkeiten:**

Mathematik: Bachelor, Master

Wirtschaftsmathematik: Bachelor, Master

Informatik: Master

Im Seminar werden ausgewählte Themen aus der Analysis semilinearer Randwertprobleme behandelt. Im Mittelpunkt stehen Aufgaben, zu deren Lösung sowohl analytische Methoden als auch computergestützte Untersuchungen angewendet werden. Die in den folgenden Arbeiten angegebenen Beispiele zeigen, wie diese zwei Zugänge sich gegenseitig ergänzen:

J. T. Cal Neto, C. Tomei, Numerical analysis of semilinear elliptic equations with finite spectral interaction. *J. Math. Anal. Appl.* 395 (2012), no. 1, 63–77.

M. Plum, Computer-assisted proofs for semilinear elliptic boundary value problems. *Japan J. Indust. Appl. Math.* 26 (2009), no. 2-3, 419–442.

Das Ziel ist es, ein tiefes Verständnis der verwendeten Methoden und Werkzeuge und ihres Zusammenspiels zu gewinnen. Zu diesen Methoden, Werkzeugen und damit verbundenen Begriffen gehören unter anderem: Spektrale Eigenschaften des Laplace-Operators, Banachscher Fixpunktsatz, Lyapunov-Schmidt-Reduktion, Satz von der impliziten Funktion, Newton-Verfahren, Fortsetzungsmethode u.v.m.

Kenntnisse der Differential- und Integralrechnung in  $\mathbb{R}^n$  genauso wie die aus den Vorlesungen über partielle Differentialgleichungen und Funktionalanalysis gewonnenen Kenntnisse über Hilberträume, Sobolevräume und schwache Lösungen werden vorausgesetzt.

Da die genauen Zeiten des Seminars, das im Zwei-Wochen-Rhythmus stattfinden wird, noch festgelegt werden müssen, werden Interessenten gebeten, sich per E-Mail an [jiri.horak@thi.de](mailto:jiri.horak@thi.de) vorläufig anzumelden.

Eine Vorbesprechung wird am 20.01.2023 um 14 Uhr via Zoom stattfinden. Für die Teilnahme an der Vorbesprechung ist eine Anmeldung beim Dozenten per E-Mail unter [jiri.horak@thi.de](mailto:jiri.horak@thi.de) erforderlich. Die Interessenten bekommen den Link zur Vorbesprechung dann zugeschickt.

## M.Sc. Laslo Hunhold

**Seminar** Moderne mathematische Methoden der Signalanalyse (14722.0107)

*Modern Mathematical Models for Signal Analysis*

Do. 10-11.30

im Seminarraum 2 Mathematik (Raum 204)

Vorbesprechungstermin: Siehe <https://numana.uni-koeln.de/>

**Bereich:** Numerische Mathematik und Wissenschaftliches Rechnen

**Belegungsmöglichkeiten:**

Mathematik: Bachelor

Wirtschaftsmathematik: Bachelor

Lehramt: Master

Im **Seminar** befassen wir uns mit den Grundlagen der Signalanalyse (Fourier- und Wavelet-Transformation und deren Diskretisierungen) und adaptiven Verfahren wie der Empirical Mode Decomposition (EMD) und ihren Erweiterungen, Operator-Based Signal-Separation (OSS) und Null-Space-Pursuit (NSP).

Je nach Vorkenntnissen und Interessen werden theoretische oder praktische Themen (Anwendung von Programmen oder Erstellung eigener Programme in C, Julia oder Python) vergeben, idealerweise in Gruppen zu zweit.

**Link** (<https://numana.uni-koeln.de/>)

## Prof. Dr. Axel Klawonn

- Vorlesung** Numerische Mathematik (14722.0009)  
*Numerics*  
Di., Do. 08-09.30  
im Hörsaal C (Hörsaalgebäude)  
**Bereich:** Numerische Mathematik und Wissenschaftliches Rechnen  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
Mathematik: Bachelor  
Wirtschaftsmathematik: Bachelor  
Lehramt: Master
- Übungen** Numerische Mathematik (14722.0010)  
*Numerics*  
**Bereich:** Numerische Mathematik und Wissenschaftliches Rechnen  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
Mathematik: Bachelor  
Wirtschaftsmathematik: Bachelor  
Lehramt: Master
- Seminar** Seminar für Promovierende (14722.0069)  
*Seminar for PhD students*  
Mi. 12-13.30  
im Seminarraum 1 Mathematik (Raum 005)  
**Bereich:** Numerische Mathematik und Wissenschaftliches Rechnen
- Oberseminar** Numerische Mathematik und Mechanik (Köln - Essen) (14722.0083)  
*Research Seminar on Numerical Mathematics and Mechanics*  
Mo. 16-17.30, Fr. 14-15.30  
im Seminarraum 1 Mathematik (Raum 005)  
**Bereich:** Numerische Mathematik und Wissenschaftliches Rechnen

**Vorlesung Numerische Mathematik:** Die numerische Simulation technischer, naturwissenschaftlicher und wirtschaftlicher Probleme nimmt neben der theoretischen und experimentellen Behandlung dieser Fragestellungen eine immer wichtigere Rolle ein. Numerische Berechnungen ersetzen oder ergänzen dabei immer häufiger kostspielige Experimente, zum Beispiel bei Crash-tests im Automobilbau, oder ermöglichen erst Aussagen, die experimentell nur schwer oder gar nicht zugänglich sind, etwa in der (numerischen) Wettervorhersage.

Es werden grundlegende, numerische Lösungsansätze für mathematische Problemstellungen behandelt, die als Teilaufgaben in verschiedenen, komplexeren Aufgabenstellungen eine wichtige Rolle spielen. Dabei wird sowohl die Entwicklung entsprechender Algorithmen, als auch deren theoretische Untersuchung und Umsetzung in Programme behandelt.

Die Aufgaben stammen u.a. aus den Bereichen Interpolation, Integration, Lineare Ausgleichs-

probleme, Eigenwerte.

Die **Vorlesung Numerische Mathematik** baut auf die vorhergehende Vorlesung Algorithmische Mathematik und Programmieren aus dem WiSe 2022/2023 auf. Die Beherrschung der dort vermittelten Kenntnisse wird vorausgesetzt.

### **Literatur**

Die Literatur wird in der Vorlesung bekannt gegeben.

Die **Übungen zur Vorlesung Numerische Mathematik** dienen dem besseren Verständnis der Vorlesung. Fragen und Probleme werden in kleinen Gruppen diskutiert. Der in der Vorlesung behandelte Stoff wird mit Hilfe von Übungsaufgaben vertieft, die von den Studierenden außerhalb der Übung bearbeitet werden.

Im **Seminar für Promovierende** können Promovierende über den Stand ihrer Abschlussarbeiten vortragen.

Das **Oberseminar Numerische Mathematik und Mechanik** findet entweder in der Abteilung Mathematik des Departments Mathematik/Informatik der Universität zu Köln oder an der Universität Duisburg-Essen statt.

## Dr. Martin Lanser

**Seminar** Numerische Optimierung (14722.0056)

*Seminar on Numerical Optimization*

Mi. 10-11.30

im Seminarraum 1 Mathematik (Raum 005)

Vorbesprechungstermin: 27. Januar 2023, 17.45 Uhr im Seminarraum 1

**Bereich:** Numerische Mathematik und Wissenschaftliches Rechnen

**Belegungsmöglichkeiten:**

Mathematik: Bachelor

Wirtschaftsmathematik: Bachelor

Lehramt: Master

Das **Seminar Numerische Optimierung** schließt sich an die Vorlesung Algorithmische Mathematik und Programmieren an. Es sollen Verfahren der numerischen Optimierung behandelt werden. Dies sind Methoden, die approximativ das Minimum eines gegebenen Funktionals bestimmen. Als ein zentrales Verfahren ist hier das Newton-Verfahren zu nennen, mit dessen Hilfe die stationären Punkte des Gradienten des Funktionals bestimmt werden können. Viele Variationen, Globalisierungsstrategien, sowie Quasi-Newton-Varianten sollen im Seminar implementiert, getestet und präsentiert werden.

Es werden zunächst nichtlineare Optimierungsaufgaben ohne Nebenbedingungen betrachtet. Bei einer genügend großen Anzahl Teilnehmender sollen auch nichtlineare Optimierungsaufgaben mit Nebenbedingungen thematisiert werden. Zudem sollen evtl. stochastische Optimierungsansätze besprochen werden, wie sie im maschinellen Lernen heutzutage vielfach Anwendung finden.

**Voraussetzungen, maximale Teilnehmerzahl und weitere Anmerkungen:** Die Inhalte der Vorlesungen Algorithmische Mathematik und Programmieren werden vorausgesetzt. Es stehen Plätze für maximal 14 Studierende zur Verfügung.

Die Vorbesprechung findet am Freitag, 27. Januar 2023 um 17.45 Uhr im Seminarraum 1 des Mathematischen Instituts statt. Sie müssen sich vorher per E-Mail ([martin.lanser@uni-koeln.de](mailto:martin.lanser@uni-koeln.de)) anmelden und eine Teilnahme an dem Vorbesprechungstermin ist verpflichtend. Sollten Sie nicht teilnehmen können, melden Sie sich bitte vorab per E-Mail.

### Literatur

Als Grundlage wird das Buch J. Nocedal, S. Wright, Numerical Optimization, Springer-Verlag, 2. Auflage, dienen.

## Prof. Dr. Dr. Thomas Lengauer

**Vorlesung** Einführung in Statistisches Lernen (14722.5070)  
*Introduction to Statistical Learning*  
Mi. 14-15.30, Do. 16-17.30 Uhr  
Hörsaal II, Physik  
**Bereich:** Informatik  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
Mathematik: Master  
Wirtschaftsmathematik: Master

**Übungen** Einführung in Statistisches Lernen (14722.0071)  
*Introduction to Statistical Learning*  
nach Vereinbarung  
**Bereich:** Informatik  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
Mathematik: Master  
Wirtschaftsmathematik: Master

This course provides an introduction to theoretical foundations and practical methods of statistical learning. The course is relevant for students in mathematics and computer science as well as other disciplines that entail data-driven research.

The course covers the topics of foundations of statistical learning, linear regression, classification, resampling methods, model selection and regularization, nonlinear models, tree methods, support vector machines, unsupervised learning, neural nets and deep learning, multiple testing and survival analysis.

Previous Knowledge Expected:

Knowledge in linear algebra, calculus, basics of probability theory and statistics and algorithm design.

Objective (Expected Results of Study and Acquired Competences):

Theoretical understanding of the basics of statistical learning and knowledge of and experience in the practical application of the methods to data analysis (programmed in R).

### Literatur

- 1) James, G., D. M. Witten, T. Hastie and R. Tibshirani (2021). An Introduction to Statistical Learning with Applications in R. New York, N.Y., USA, Springer Science+Business Media.
- 2) Hastie, T., R. Tibshirani and J. S. Friedman (2009). The Elements of Statistical Learning, 2nd ed. New York, N.Y., Springer Verlag.

Book 1) will be covered in full, excerpts from book 2) will be added. Both books are freely available via PDF over the internet and can be bought in hard-copy.

## Prof. Dr. Peter Littelmann

- Vorlesung** Darstellung der  $GL(n)$ , Fahnenvarietäten und Standardmonomentheorie (14722.0029)  
*Representation theory of  $GL(n)$ , flag manifolds and standard monomial theory.*  
Mo und Mi 10:00-11:30 Uhr  
im Stefan Cohn-Vossen Raum Mathematik (Raum 313)  
**Bereich:** Algebra und Zahlentheorie  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
Mathematik: Bachelor, Master  
Wirtschaftsmathematik: Bachelor, Master  
Informatik: Master
- Übung** Übung zu Darstellung der  $GL(n)$ , Fahnenvarietäten und Standardmonomentheorie (14722.0030)  
*Representation theory of  $GL(n)$ , flag manifolds and standard monomial theory.*  
2 Std. nach Vereinbarung  
**Bereich:** Algebra und Zahlentheorie  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
Mathematik: Bachelor, Master  
Wirtschaftsmathematik: Bachelor, Master  
Informatik: Master
- Seminar** Darstellungstheorie endlicher Gruppen (14722.0044)  
*Representation theory of finite groups*  
Mi 14:00-15:30 Uhr  
im Seminarraum 3 Mathematik (Raum 314)  
mit Dr. Rappel  
Vorbesprechungstermin: 01. Februar, 14 Uhr in Seminarraum 3 (und online)  
**Bereich:** Algebra und Zahlentheorie  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
Mathematik: Bachelor, Master  
Wirtschaftsmathematik: Bachelor, Master  
Lehramt: Master
- Seminar** Seminar für AbsolventInnen (14722.0070)  
*Seminar for thesis students*  
Di 17:45-19:15 Uhr  
im Seminarraum 2 Mathematik (Raum 204)  
**Bereich:** Algebra und Zahlentheorie

- Seminar** Semiklassische Analysis und Darstellungstheorie (14722.0071)  
*Semiclassical analysis and representation theory*  
Di 10:00-11:30 Uhr  
im Stefan Cohn-Vossen Raum Mathematik (Raum 313)  
mit Prof. Marinescu, Prof'in Schroll, Prof. Vu, Prof. Zirnbauer  
**Bereich:** Algebra und Zahlentheorie
- Oberseminar** Algebra und Darstellungstheorie (14722.0086)  
*Research seminar on Algebra and representation theory*  
Di 16-17:30 Uhr  
im Stefan Cohn-Vossen Raum Mathematik (Raum 313)  
mit Prof'in Schroll  
**Bereich:** Algebra und Zahlentheorie
- Oberseminar** Darstellungstheorie für Algebren und Algebraische Gruppen (14722.0087)  
*Representation theory of algebras and algebraic groups*  
Di 14-15:30 Uhr  
im Stefan Cohn-Vossen Raum Mathematik (Raum 313)  
mit Prof'in Schroll  
**Bereich:** Algebra und Zahlentheorie
- Oberseminar** Aachen-Bonn-Cologne-Darstellungstheorie (ABCD) (14722.0088)  
*Aachen-Bonn-Cologne-representaion theory (ABCD)*  
mit Dr. Fang, Prof'in Schroll  
**Bereich:** Algebra und Zahlentheorie

In der **Vorlesung** "Darstellungen der  $GL(n)$ , Fahnenvarietäten und Standardmonomentheorie" wird eine Einführung in die Darstellungstheorie der Gruppe  $GL(n)$  gegeben. Die Klassifizierung der irreduziblen Darstellungen durch Young Diagramme wird beschrieben, die geometrische Konstruktion der Darstellungen mit der Hilfe von Fahnenvarietäten wird erläutert sowie die Konstruktion einer speziellen Basis der Darstellungen, den Standardmonomen, wird in der Vorlesung beschrieben werden. Die Vorlesung erläutert an diesem Beispiel die enge Verknüpfung von Darstellungstheorie, Geometrie und Kombinatorik.

### Literatur

- 1) William Fulton: Young tableaux LMS Student texts 35, Cambridge University Texts (1997)
- 2) William Fulton, Joe Harris: Representation theory. A first course. Graduate Texts in Mathematics 129, Readings in Mathematics. Springer-Verlag, New York, 1991

3) C. S. Seshadri, Introduction to the theory of standard monomials. Second edition. Texts and Readings in Mathematics. Hindustan Book Agency, New Delhi, 2014

In den **Übungen** wird der Vorlesungsstoff vertieft.

Im **Seminar** “Darstellungstheorie endlicher Gruppen“ werden wir die Darstellungstheorie endlicher Gruppen erarbeiten. Darstellungstheorie spielt in vielen Bereichen der Mathematik eine Rolle und besitzt interessante Anwendungen. Die Darstellungstheorie endlicher Gruppen bietet eine reichhaltige Einführung in diese Theorie.

Sei  $G$  eine endliche Gruppe. Eine Darstellung von  $G$  auf einem endlich-dimensionalen komplexen Vektorraum  $V$  ist ein Gruppenhomomorphismus  $G \rightarrow GL(V)$  (die Gruppe der linearen invertierbaren Abbildungen von  $V$  nach  $V$ ). Ist die Darstellung injektiv, so kann man die Gruppe  $G$  mit einer endlichen Untergruppe der  $GL(V)$  identifizieren. Nach Wahl einer Basis von  $V$  ist  $G$  als eine endliche Gruppe von Matrizen realisiert.

Nach einigen Einführungsvorträgen zu Darstellungen, Reduzibilität/Irreduzibilität und Charaktertheorie werden wir uns der Darstellungstheorie der symmetrischen Gruppe und Darstellungsringen widmen.

Wir werden uns hierbei vornehmlich an [1] orientieren, aber es gibt eine große Auswahl an möglich Quellen.

Die Vorbesprechungstermin findet am 01. Februar um 14 Uhr im Seminarraum 3 und online statt. Den Link finden Sie auf der unten angegebenen Webseite.

#### **Literatur**

[1] J.-P. Serre, Linear Representations of Finite Groups, Springer Graduate Texts in Mathematics.

Weitere Literatur:

[2] J.-P. Serre, Lineare Darstellungen endlicher Gruppen, Springer Graduate Texts in Mathematics.

[3] G. James, M. Liebeck, Representations and characters of groups, Cambridge University Press, 2001.

[4] W. Fulton, J. Harris, Representation theory: A First Course, Springer, 1991

**Link** (<https://math.vrappel.de/teaching/endliche-gruppen-ws2223.html> )

Im **Seminar** für AbsolventInnen berichten sie über ihre Arbeiten oder Arbeitsgebiete. Außerdem werden bei Interesse Themen oder Gebiete vorgestellt, die sich für AbsolventInnen eignen. InteressentInnen wenden sich bitte per Email an [peter.littelman@math.uni-koeln.de](mailto:peter.littelman@math.uni-koeln.de)

Im **Seminar** “Semiklassische Analysis und Darstellungstheorie“ werden Resultate aus der semiklassischen Analysis und Darstellungstheorie diskutiert, die relevant sind für die statistischen Spektraleigenschaften Hamiltonscher Operatoren, Quantum Korrelationen in Systemen mit Symmetrien, asymptotische Entwicklung des Bergmankerns und Toeplitz Operatoren, Berenzin Toeplitz Quantisierung, asymptotische Verteilung der Nullstellen von homogenen Poly-

nomen.

**Link** ([http://www.mi.uni-koeln.de/semiklassik/sem\\_semiklassik.html](http://www.mi.uni-koeln.de/semiklassik/sem_semiklassik.html))

Im **Oberseminar** “Algebra und Darstellungstheorie“ finden Vorträge über aktuelle Forschungsergebnisse statt. Die Vorträge werden im Internet angekündigt.

Im **Oberseminar** “Darstellungstheorie für Algebren und Algebraische Gruppen“ werden aktuelle Forschungsergebnisse vorgestellt und diskutiert.

Im **Oberseminar** “Aachen-Bochum-Cologne Darstellungstheorie“ werden aktuelle Forschungsergebnisse vorgestellt. Das Seminar trifft sich in Aachen, Bochum oder Köln. Die Treffen, jeweils mit mehreren Vorträgen, werden im Internet angekündigt.

**Link** (<https://www.art.rwth-aachen.de/cms/MATHB/Forschung/~rmpm/ABCD-Seminar>)

## Prof. Dr. George Marinescu

- Vorlesung** Einführung in partielle Differentialgleichungen (14722.0015)  
*Introduction to Partial differential equations*  
Mo. 10:00 - 11:30 und Mi. 14:00 - 15:30 Uhr  
im Hörsaal Mathematik (Raum 203)  
**Bereich:** Analysis, Angewandte Analysis  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
Mathematik: Bachelor, Master  
Wirtschaftsmathematik: Bachelor, Master  
Lehramt: Bachelor, Master
- Übungen** zur Einführung in partielle Differentialgleichungen (14722.0016)  
*Exercises for Introduction to Partial differential equations*  
nach Vereinbarung  
wird noch bekannt gegeben  
mit D. Zielinski  
**Bereich:** Analysis, Angewandte Analysis  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
Mathematik: Bachelor, Master  
Wirtschaftsmathematik: Bachelor, Master  
Lehramt: Bachelor, Master
- Seminar** Zufällige Polynome und zufällige Kähler-Geometrie (14722.0067)  
*Random polynomials and Random Kähler geometry*  
Di. 14.00 - 15:30 Uhr  
im Seminarraum 3 Mathematik (Raum 314)  
mit Prof. Dr. A. Drewitz und Prof. Dr. V. Vu
- Seminar** Semiklassische Analysis und Darstellungstheorie (14722.0071)  
*Semiclassical Analysis and representation theory*  
Di. 10:00 - 11:30 Uhr  
im Stefan Cohn-Vossen Raum Mathematik (Raum 313)  
mit Prof. Dr. P. Littelmann, Prof. Dr. S. Schroll, Prof. Dr. V. Vu, Prof.  
Dr. M. Zirnbauer
- Seminar** AG Komplexe Analysis (14722.0072)  
*Complex Analysis*  
Do. 12:00 - 13:30 Uhr  
im Seminarraum 3 Mathematik (Raum 314)  
mit Prof. Dr. V. Vu

**Oberseminar** Geometrie, Topologie und Analysis (14722.0081)  
*Geometry, Topology and Analysis Seminar*  
Fr. 10:00 - 11:30 Uhr  
im Seminarraum 2 Mathematik (Raum 204)  
mit Prof. Dr. H. Geiges, Prof. Dr. S. Sabatini

**Oberseminar** Komplexe Algebraische Geometrie und Komplexe Analysis (Bochum, Essen, Köln, Wuppertal) (14722.0089)  
*Joint Seminar on Complex Algebraic Geometry and Complex Analysis*  
nach Vereinbarung  
nach Vereinbarung  
mit Prof. Dr. D. Greb, Prof. Dr. P. Heinzner, Prof. Dr. J. Ruppenthal

Zur **Vorlesung Einführung in partielle Differentialgleichungen**: Partielle Differentialgleichungen treten in vielen Anwendungen der Mathematik auf. Sie beschreiben meist räumliche oder raum-zeitliche Prozesse, zum Beispiel die Ausbreitung von Wellen oder von Wärme in einem Medium. In dieser Vorlesung wird eine Einführung in einige der grundlegenden Ideen und Techniken der Theorie der partiellen Differentialgleichungen gegeben. Sie werden die wichtigsten Typen von PDGs kennen lernen, einige explizite Lösungsformeln herleiten sowie einen Einblick in die Frage gewinnen, wie man qualitative Aussagen über Lösungen auch dann erhalten kann, wenn es keine expliziten Lösungsformeln gibt (was meistens der Fall ist). Grundlegende Werkzeuge bei der Behandlung partieller Differentialgleichungen sind Distributionen, Fouriertransformation und Sobolevräume.

#### **Literatur**

L. C. Evans: Partial Differential Equations

G. B. Folland: Introduction to Partial Differential Equations

F. John: Partial Differential Equations

In den **Übungen** wird der Vorlesungsstoff vertieft.

Im **Seminar Zufällige Polynome und zufällige Kähler-Geometrie** befassen wir uns mit dem Zusammenspiel von komplexer Geometrie und Wahrscheinlichkeitstheorie. Wir kombinieren Methoden der komplexen Geometrie und der geometrischen Analysis mit wahrscheinlichkeitstheoretischen Methoden, um verschiedene Probleme zu untersuchen, welche sich mit lokalen und globalen statistischen Eigenschaften von Nullstellen holomorpher Schnitte von holomorphen Linienbündeln über Kähler-Mannigfaltigkeiten beschäftigen. Ein besonders wichtiger Fall hiervon ist durch zufällige Polynome gegeben. Von besonderem Interesse sind für uns die Asymptotiken der Kovarianzkerne und der Ensembles von Polynomen/ Schnitten, die Universalität ihrer Verteilungen, zentrale Grenzwertsätze sowie Prinzipien großer Abweichungen. Es haben sich in den letzten Jahrzehnten wichtige Zusammenhänge zur theoretischen Physik herauskristallisiert; hier dienen zufällige Polynome als Modell für die Eigenfunktionen von chaotischen Quantenhamiltonians.

Im **Seminar Semiklassische Analysis und Darstellungstheorie** werden Resultate aus der semiklassischen Analysis und Darstellungstheorie diskutiert, die relevant sind für die statisti-

schen Spektraleigenschaften Hamiltonscher Operatoren, Quantum Korrelationen in Systemen mit Symmetrien, asymptotische Entwicklung des Bergmankerns und Toeplitz Operatoren, Bezein Toeplitz Quantisierung, asymptotische Verteilung der Nullstellen von homogenen Polynomen.

Im **Seminar AG Komplexe Analysis** sollen Begriffe und Beispiele aus der komplexen Analysis und Geometrie anhand von Beispielen und konkreten Problemen erarbeitet werden. Dieses Seminar kann auf eine Masterarbeit vorbereiten und ist Studierenden empfohlen, die sich für eine Master- oder Doktorarbeit in meiner Arbeitsgruppe interessieren.

Im **Oberseminar Geometrie, Topologie und Analysis** finden in erster Linie Gastvorträge statt, die einzeln durch Aushang und im Internet bekanntgegeben werden.

Das **Oberseminar Komplexe Algebraische Geometrie und Komplexe Analysis** findet alternierend in Bochum, Essen, Köln und Wuppertal statt. Die Treffen werden individuell angekündigt. Es finden Gastvorträge statt.

## PD Dr. Michael H. Mertens

**Vorlesung** Mathematik für Lehramtsstudierende II (14722.0005)

*Mathematics for Prospective Teachers II*

Mo., Mi., Do. 8-9.30 Uhr

im Hörsaal II Phys. Institute

**Belegungsmöglichkeiten:**

Lehramt: Bachelor

**Übungen** Mathematik für Lehramtsstudierende II (14722.0006)

*Mathematics for Prospective Teachers II*

2 St. nach Vereinbarung

In dieser **Vorlesung** werden die Inhalte des ersten Teils (Mathematik für Lehramtsstudierende I) fortgesetzt. Wie dort werden auch in dieser Vorlesung zwei große Themenkomplexe behandelt, die die Hörenden möglichst umfassend auf die weiterführenden Vorlesungen (Algebra, Gewöhnliche Differentialgleichungen, Differentialgeometrie, Funktionentheorie, etc.) im Studium vorbereiten sollen:

Im Themenkomplex Lineare Algebra werden vorwiegend die Theorie der Vektorraum-Endomorphismen und in diesem Zusammenhang Eigenwerte und Eigenvektoren und Normalformen für Matrizen (Jordan-Normalform) untersucht. Zudem werden auch Bilinearformen und speziell Euklidische bzw. unitäre Vektorräume behandelt, die auch im Themenkomplex Analysis eine Rolle spielen.

Im analytischen Teil der Vorlesung wird es darum gehen, die aus dem ersten Teil bekannten Konzepte von Stetigkeit, Differenzierbarkeit und Integrierbarkeit für Funktionen in einer Variablen auf Funktionen in mehreren Variablen zu übertragen. Eines der Hauptziele ist der Gauß'sche Integralsatz in der Ebene.

Die **Übungen** erfolgen in Kleingruppen und sollen der Vertiefung des Vorlesungsstoffes dienen. Aktive Teilnahme an den Übungen ist unbedingt erforderlich.

## Prof. Dr. Michael Meyer

**Seminar** Vorbereitung zum Praxissemester: Mathematik (TBA)

Di. 17.45-19.15

S78

**Belegungsmöglichkeiten:**

Lehramt: Master

Informationen zu dieser Veranstaltung finden Sie auf den Internetseiten des ZfL und des Instituts für Mathematikdidaktik.

## PD Dr. Thomas Mrziglod

**Seminar** Über Anwendungen im Life Science Bereich (14722.0057)

*Seminar on applications in Life Sciences*

Mo. 16-17.30

im Seminarraum 2 Mathematik (Raum 204)

Vorbesprechungstermin: 23. Januar, 17 Uhr online

**Bereich:** Numerische Mathematik und Wissenschaftliches Rechnen

**Belegungsmöglichkeiten:**

Mathematik: Master

Wirtschaftsmathematik: Master

Lehramt: Master

Im **Seminar** sollen aktuelle Arbeiten zu Anwendungen mathematischer Methoden im Life Science Bereich besprochen werden. Der Schwerpunkt liegt dabei auf aktuellen Entwicklungen von Methoden des Machine Learning und der Künstlichen Intelligenz auf industrielle Fragestellungen in den Bereichen Pharma und Agrarwissenschaften. Im Seminar sollen dabei verschiedene Aspekte, wie die jeweils dahinterstehende mathematische Methodik, deren Rechenaufwand, sowie mögliche Anwendungen vorgestellt und diskutiert werden. Im Einzelfall sollen öffentlich verfügbare Methoden auch praktisch angewendet und die Ergebnisse besprochen werden.

Voraussetzung zur Teilnahme am Seminar sind gute Kenntnisse in Numerischer Mathematik, Optimierung, Funktionalanalysis, Differentialgleichungen und/oder Statistik. Physikalische, chemische und biologische Hintergrundkenntnisse können hilfreich sein. Das Seminar soll in Form eines Blockseminars bei der Bayer AG durchgeführt werden, um einen direkten Austausch mit industriellen Anwendern zu ermöglichen. Eine Vorbesprechung findet zusammen mit der Vorbesprechung zum Seminar von Oliver Schaudt am 23.01.2023 um 17.00 online statt. Bitte melden Sie sich bei Interesse an der Vorbesprechung bis zum 23.01.2023 bis 12.00 bei Oliver.Schaudt@bayer.com per E-Mail, so dass wir vorher die Einladungen zur online-Besprechung verschicken können.

## Prof. Dr. Peter Mörters

- Vorlesung** Große Abweichungen (14722.0031)  
*Large Deviations*  
Mi. und Fr. 12:00-13:30 Uhr  
im Stefan Cohn-Vossen Raum Mathematik (Raum 313)  
**Bereich:** Angewandte Analysis, Stochastik und Versicherungsmathematik  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
Mathematik: Master  
Wirtschaftsmathematik: Master  
Lehramt: Master  
Informatik: Master
- Übungen** zu Großen Abweichungen (14722.0032)  
*Large Deviations*  
Termin wird noch bekannt gegeben.  
Ort wird noch bekannt gegeben.  
mit M Düsterbeck  
**Bereich:** Angewandte Analysis, Stochastik und Versicherungsmathematik  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
Mathematik: Master  
Wirtschaftsmathematik: Master  
Lehramt: Master  
Informatik: Master
- Seminar** Große Abweichungen (14722.0045)  
*Large Deviations*  
In Blockform in der Woche vom 14.08.23  
Ort nach Vereinbarung.  
Vorbesprechungstermin: Am 25.01. um 16:00 im Hörsaal des MI.  
**Bereich:** Angewandte Analysis, Stochastik und Versicherungsmathematik  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
Mathematik: Master  
Wirtschaftsmathematik: Master  
Lehramt: Master  
Informatik: Master
- Seminar** Doktorandenseminar (14722.0073)  
  
Ort und Zeit nach Vereinbarung.  
**Bereich:** Stochastik und Versicherungsmathematik
- Oberseminar** Stochastik (14722.0078)  
*Stochastics*  
Mi. 17:45-19:15 Uhr  
im Seminarraum 1 Mathematik (Raum 005)  
mit Prof. Dr. Alexander Drewitz, Prof. Dr. Hanspeter Schmidli  
**Bereich:** Stochastik und Versicherungsmathematik

In der **Vorlesung Große Abweichungen** betrachten wir die Wahrscheinlichkeit unwahrscheinlicher Ereignisse. Ein typisches Beispiel betrifft unabhängig identisch verteilte Zufallsvariablen  $X_1, \dots, X_n$ . Nach dem schwachen Gesetz der großen Zahlen geht  $\mathbb{P}\{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i > x\}$  für alle  $x > \mathbb{E}X_1$  gegen null. Die Theorie großer Abweichungen zeigt wie schnell, in dem die Funktion  $I(x) = \lim_{n \rightarrow \infty} -\log \mathbb{P}\{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i > x\}$  berechnet wird. Wir besprechen die wichtigsten allgemeinen Sätze der Theorie, sowie Anwendungen und Beispiele aus verschiedenen Bereichen der Stochastik. Die Vorlesung wird für Interessenten ergänzt durch ein anschließendes Seminar in Blockform in der vorlesungsfreien Zeit.

#### **Literatur**

den Hollander “Large deviations“

Dembo und Zeitouni “Large deviations: Techniques and Applications“

In den **Übungen zu Großen Abweichungen** werden die Themen der Vorlesung vertieft und eingeübt.

Das **Seminar** schließt sich an die gleichnamige Vorlesung an. Wir besprechen ausgewählte Themen aus der Theorie der großen Abweichungen und verschiedene Anwendungsaspekte. Das Seminar findet in Blockform in der vorlesungsfreien Zeit statt. Voraussichtlicher Termin ist die Woche vom 14.08.23.

Im **Doktorandenseminar** diskutieren Doktoranden und weitere Arbeitsgruppenmitglieder über ihre Ergebnisse und offene Probleme aus ihren Arbeitsgebieten.

Im **Oberseminar Stochastik** tragen auswärtige und einheimische Forscher aus der Stochastik in loser Folge über ihre Ergebnisse vor. Es ergehen separate Einladungen.

## Dr. Zoran Nikolic

**Seminar** Ausgewählte Kapitel aus “Statistical Foundations of Actuarial Learning and its Applications“ (14722.0058)

*Selected chapters from “Statistical Foundations of Actuarial Learning and its Applications“*

Fr. 10-11.30 Uhr

im Seminarraum 1 Mathematik (Raum 005)

Vorbesprechungstermin: 24.01.2023 um 17.30 Uhr via Zoom

**Bereich:** Stochastik und Versicherungsmathematik

**Belegungsmöglichkeiten:**

Mathematik: Bachelor, Master

Wirtschaftsmathematik: Bachelor, Master

Lehramt: Master

Informatik: Master

Im **Seminar** werden wir ausgewählte Kapitel aus dem Buch “Statistical Foundations of Actuarial Learning and its Applications“ von Wüthrich und Merz, Springer Actuarial, 2023, besprechen und im Kontext der praktischen Anwendungen in der Industrie diskutieren.

Zu Beginn wird der Seminarleiter einige Grundbegriffe einführen und einige Anwendungen des maschinellen Lernens in der aktuariellen Praxis vorstellen. Diese Anwendungen zusammen mit der dafür notwendigen Technologie bilden das Gebiet Actuarial Data Science, für welches es in der Deutschen Aktuarvereinigung eine berufliche Zusatzqualifikation namens “Certified Actuarial Data Scientist“ gibt.

Jedes Vortragsthema soll i. d. R. von zwei Personen bearbeitet und vorgestellt werden. Ausnahmen hiervon sind möglich.

Sofern möglich und sinnvoll, wird zu jedem Thema aus dem Buch zusätzlich eine kleine, begleitende Programmieraufgabe vergeben.

Voraussetzungen für die Teilnahme sind: - Interesse an den Methoden des maschinellen Lernens, - Inhaltliches Interesse an den Fragestellungen der Versicherungs- und Finanzmathematik.

Anmeldung erfolgt per E-Mail, diese ist unter <https://www.mi.uni-koeln.de/wp-znikolic/> zu finden.

Bitte melden Sie sich mit einer aussagekräftigen Bewerbung an, welche u. a. folgende Angaben enthalten soll:

- Ihre bisher besuchten (relevanten) Veranstaltungen,
- alle relevanten Praktika, Werkstudierendentätigkeiten, Seminararbeiten usw., welche mit dem Thema des Seminars zusammenhängen können,
- weshalb Sie sich für dieses Thema interessieren,

- ob Sie das Seminar im Rahmen des Versicherungsmoduls mit 3 Leistungspunkten oder als Seminar mit 6 Leistungspunkten belegen möchten,
- ggf. mit welchem anderen Teilnehmer Sie das zugewiesene Thema bearbeiten möchten
- ggf. ob Sie gerne eine kleine Programmieraufgabe im Rahmen des Vortrags bekommen möchten.

Gerne können Sie Ihre Bewerbung um weitere Punkte ergänzen. Die Bewerbung soll vor allem glaubhaft vermitteln, dass Sie sich für das behandelte Thema interessieren und mehr darüber lernen möchten.

Die Vorbesprechung findet am 24.01. um 17.30 Uhr via Zoom statt. Die Zugangsdaten für das Meeting sind:

Link: <https://deloitte.zoom.us/j/97589327080?pwd=UUxRaGMxQkMrMINQZHUzdjI2djVGQT09>  
Passcode: 142526

## Prof. Dr. Stefan Porschen

**Seminar** Aspekte der topologischen Kombinatorik (14722.5047)

*Aspects of topological combinatorics*

Blockseminar nach Vereinbarung

nach Vereinbarung

Vorbesprechungstermin: keiner (Fragen direkt an: s.u.)

**Bereich:** Diskrete Mathematik und Mathematische Optimierung

**Belegungsmöglichkeiten:**

Mathematik: Bachelor, Master

Wirtschaftsmathematik: Bachelor, Master

Informatik: Master

Es soll eine Ausarbeitung plus ca. 60 min Vortrag für jeweils eines der folgenden Themen (Auswahl) erstellt/durchgeführt werden.

- Theorie/Algorithmik planarer Graphen - Kombinatorik von Simplicialkomplexen - Satz von Borsuk-Ulam (verschiedene Varianten) - Kneser-Vermutung - Kneser-Hypergraphen - Färbungsergebnisse (Listen; Mannigfaltigkeiten etc.)

Fragen und Anmeldung an: porschen@htw-berlin.de

### Literatur

\* R. Diestel, Graph Theory, Springer.

J. Jonsson, Simplicial complexes of graphs, Springer.

J. Matousek, Using the Borsuk-Ulam Theorem, Springer.

J. Matousek, Geometric Discrepancy, Springer.

Dies ist eine kleine Auswahl, die durch eigenständig recherchierte Originalliteratur (insbesondere aktuelle Publikationen) zum eigenen Thema ergänzt werden sollte.

## Prof. Dr. Hubert Randerath

**Seminar** Graphentheorie (14722.5046)

*Seminar on Graph Theory*

Blockveranstaltung nach Vereinbarung

Campus Deutz der TH Köln

**Bereich:** Diskrete Mathematik und Mathematische Optimierung, Informatik

**Belegungsmöglichkeiten:**

Mathematik: Master

Wirtschaftsmathematik: Master

Informatik: Master

Im **Seminar** über Graphentheorie werden forschungsnahe Originalarbeiten behandelt. Die erfolgreiche Belegung mindestens einer Veranstaltung der Diskreten Mathematik, z.B. einer Vorlesung über Graphentheorie, ist Teilnahmevoraussetzung. Das Seminar richtet sich an Studierende mathematischer Masterstudiengänge der Universität zu Köln. Bitte nehmen Sie bei Interesse direkt Kontakt zum Dozenten via Email auf. Die Kontaktdaten finden Sie auf der Personalseite des Dozenten an der TH Köln.

## Dr. Wolfgang Riemer

**Seminar** Statistik unterrichten: Eine handlungsorientierte Didaktik der Stochastik.  
Ein Experimentalseminar. (14795.9068)

Mo. 16.17.30

S182

**Belegungsmöglichkeiten:**

Lehramt: Bachelor

**Seminar** Statistik unterrichten: Eine handlungsorientierte Didaktik der Stochastik.  
Ein Experimentalseminar. (14795.9069)

Mo. 17.45-19.15

S182

**Belegungsmöglichkeiten:**

Lehramt: Bachelor

Informationen zu den Veranstaltungen finden Sie auf der Homepage des Instituts für Mathematikdidaktik.

## Prof. Dr. Benjamin Rott

**Vorlesung** Aspekte der Mathematikdidaktik für das gymnasiale Lehramt  
(14795.9089)

Di. 16-17.30

H114

**Belegungsmöglichkeiten:**

Lehramt: Master

**Übungen** Aspekte der Mathematikdidaktik für das gymnasiale Lehramt  
(14795.9090)

2 St. nach Vereinbarung

Die Übungen finden in zwei Gruppen statt. Die Termine sind: Mo. 10-11.30 Uhr in S166 und Mi. 16-17.30 Uhr in S252.

Weitere Informationen zu den Veranstaltungen finden Sie auf der Homepage des Instituts für Mathematikdidaktik.

## Prof. Ph.D. Silvia Sabatini

- Vorlesung** Topologie (14722.0013)  
*Topology*  
Di., Do. 12-13.30  
im Hörsaal Mathematik (Raum 203)  
**Bereich:** Geometrie und Topologie  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
Mathematik: Bachelor, Master  
Wirtschaftsmathematik: Bachelor, Master  
Lehramt: Bachelor
- Übungen** zur Topologie (14722.0014)  
*exercise session for Topology*  
in mehreren Gruppen nach Vereinbarung  
mit Nicholas Lindsay  
**Bereich:** Geometrie und Topologie  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
Mathematik: Bachelor, Master  
Wirtschaftsmathematik: Bachelor, Master  
Lehramt: Bachelor
- Seminar** Differentialtopologie (14722.0046)  
*Differential topology*  
Juni/Juli 2023 als Blockseminar  
Vorbesprechungstermin: 26. Januar 2023, 10.30 Uhr online  
**Bereich:** Geometrie und Topologie  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
Mathematik: Bachelor  
Wirtschaftsmathematik: Bachelor  
Lehramt: Master
- Oberseminar** Interactions between symplectic geometry, combinatorics and number theory (14722.0090)  
*Interactions between symplectic geometry, combinatorics and number theory*  
Di. 10-11.30  
im Seminarraum 1 Mathematik (Raum 005)  
**Bereich:** Geometrie und Topologie
- Oberseminar** Geometrie, Topologie und Analysis (14722.0081)  
*Geometry, topology and analysis*  
Fr. 10-11.30  
im Seminarraum 2 Mathematik (Raum 204)  
mit Geiges H.; Marinescu G.; Vu D.  
**Bereich:** Geometrie und Topologie

**Oberseminar** Baucum-Aquisgranum-Colonia Agrippina-Heidelberg (BACH) über Symplektische- und Kontaktgeometrie (14722.0082)  
*Baucum-Aquisgranum-Colonia Agrippina-Heidelberg (BACH) on Symplectic- and Contact geometry*  
nach Ankündigung  
mit Geiges H.  
**Bereich:** Geometrie und Topologie

**Vorlesung Topologie** Das Wort “Topologie“ kommt aus dem Griechischen (tópos “Ort“ und lógos “Lehre“) und bedeutet wörtlich “Lehre vom Ort“. Sie handelt von der Form geometrischer Objekte, wie z. B. Flächen und allgemeine topologische Räume. Oft sagt man, dass in der Topologie eine Kaffeetasse und ein Doughnut nicht unterschieden werden können, weil beide sich stetig ineinander überführen lassen. In der Vorlesung werden grundlegende Begriffe untersucht, wie Fundamentalgruppe, Überlagerungen und Homologie: Sie helfen, zwischen verschiedenen Objekten zu unterscheiden und ihre globalen Eigenschaften zu beschreiben.

Voraussetzung ist ein gutes Verständnis der Vorlesungen Analysis I-II, Lineare Algebra I und II und elementare Algebra (Gruppen, Ringe, Homomorphismen). Insbesondere muss der/die Studierende über gute Kenntnisse der mengentheoretischen Topologie verfügen (Kompaktheit, Zusammenhang, Trennungssaxiome...).

### Literatur

- Hatcher, Allan: Notes on introductory point-set topology
- Hatcher, Allan: Algebraic topology

**Link** (<https://www.silvia-sabatini.com/>)

In den **Übungen** wird der Vorlesungsstoff vertieft. Aktive Teilnahme ist für das Verständnis der Vorlesung und für ein erfolgreiches Studium unbedingt erforderlich.

Das **Seminar Differentialtopologie** eignet sich für Studierende im dritten oder fünften Semester mit besonderem Interesse an der Vertiefung einiger Konzepte, deren Diskussion in Analysis 2 und Elementare Differentialgeometrie begonnen wurde, wie differenzierbare (Unter)Mannigfaltigkeiten, Immersionen, Tangentialraum etc. Dieses Seminar basiert auf dem Buch von Guillemin und Pollack “Differential Topology“ und auf dem Buch von Milnor “Topology from the differentiable viewpoint“, die zwar sehr tiefe und schwierige Konzepte erklären, aber nur die Kenntnisse der Vorlesungen der Analysis 1 und 2 sowie der Linearen Algebra voraussetzen.

Der Umfang der behandelten Themen hängt von der Anzahl der für das Seminar eingeschriebenen Studierenden ab. Es wäre wünschenswert, das Modul 2 Intersektionstheorie zu absolvieren.

Die Veranstaltung findet im Juni und/oder Juli 2023 als Blockseminar statt. Der genaue Termin wird noch bekanntgegeben. Die Vorbesprechung findet am 26. Januar 2023 um 10:30 über Zoom statt. Interessierte Studierende sollten mir eine E-Mail senden (sabatini@math.uni-koeln.de), um den Zoom-Link zu bekommen.

Eine ausführlichere Beschreibung der behandelten Themen stelle ich auf meiner Webseite zur Verfügung.

### Literatur

- V. Guillemin, A. Pollack, Differential Topology.
- J. Milnor, Topology from the differentiable viewpoint.

The **seminar Interactions between symplectic geometry, combinatorics and number theory** will cover different topics and is aimed at studying the interactions among them. A particular emphasis will be given to recent developments in the field of equivariant topology and the speakers will be either graduate students, postdocs from the University of Cologne or external speakers. The seminar will also be held online as a Zoom-Meeting to allow a wider range of speakers from around the world.

Im **Oberseminar Geometrie, Topologie und Analysis** finden in erster Linie Gastvorträge statt, die einzeln durch Aushang und im Internet bekanntgegeben werden.

**Link** (<http://www.mi.uni-koeln.de/~geiges/Oberseminar/oberseminar.html>)

Das **Oberseminar Baucum-Aquisgranum-Colonia Agrippina-Heidelberga (BACH) über Symplektische- und Kontaktgeometrie** findet alternierend an den vier Standorten statt. Die Treffen werden individuell angekündigt.

**Link** (<http://www.mi.uni-koeln.de/~geiges/BHKM/bhkm.html>)

## Dr. Nikhil Savale

**Vorlesung** Funktionalanalysis (14722.0021)  
*Functional analysis*  
Mi., Do. 10-11.30 Uhr  
im Hörsaal Mathematik (Raum 203)  
**Bereich:** Analysis, Angewandte Analysis  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
Mathematik: Master  
Wirtschaftsmathematik: Master  
Lehramt: Master

**Übungen** Funktionalanalysis (14722.0022)  
*Functional analysis*  
2 St. nach Vereinbarung

Die Funktionalanalysis hilft uns, sowohl lineare als auch nichtlineare Probleme zu untersuchen und zu lösen, die in einem normierten Raum gestellt werden, der nicht mehr endlichdimensional ist, eine Situation, die ganz natürlich bei vielen konkreten Problemen auftritt. Die Themen umfassen normierte Räume, Vollständigkeit, Funktionale, das Hahn-Banach-Theorem, Dualität, Operatoren; Lebesgue-Maß, messbare Funktionen, Integrierbarkeit, Vollständigkeit von  $L^p$ -Räumen; Hilbert-Räume; kompakte und selbstadjungierte Operatoren; und das Spektraltheorem.

### Literatur

Alt H.W.: Lineare Funktionalanalysis, Springer, Berlin-New York 1985  
Brezis H.: Analyse Fonctionnelle, Dunod, Paris 1999  
Rudin W.: Functional Analysis, 2nd edition, McGraw-Hill, New Delhi 1991

## Dr. Oliver Schaudt

**Seminar** zur mathematischen Optimierung und Data Science in der industriellen Anwendung (14722.0059)

*Seminar on applications of optimization and data science in an industrial context*

Mo. 16-17.30

im Seminarraum 2 Mathematik (Raum 204)

Vorbesprechungstermin: 23.01.2023, 17.00 online nach Anmeldung

**Bereich:** Numerische Mathematik und Wissenschaftliches Rechnen

**Belegungsmöglichkeiten:**

Mathematik: Master

Wirtschaftsmathematik: Master

Lehramt: Master

Im **Seminar** sollen aktuelle Arbeiten zu Anwendungen mathematischer Optimierung und Data Science im Life Science Bereich besprochen werden. Dabei sollen verschiedene Aspekte, wie die jeweils dahinterstehende mathematische Methodik, deren Rechenaufwand, sowie mögliche Anwendungen vorgestellt und diskutiert werden. Im Einzelfall sollen öffentlich verfügbare Methoden auch praktisch angewendet und die Erkenntnisse diskutiert werden.

Voraussetzung zur Teilnahme am Seminar sind gute Kenntnisse in Numerischer Mathematik, Optimierung, Mathematischer Modellierung und/oder Statistik. Physikalische oder chemische Hintergrundkenntnisse sind in jedem Fall hilfreich. Das Seminar soll, sofern wieder möglich, in Form eines Blockseminars bei der Bayer AG durchgeführt werden, um einen direkten Austausch mit industriellen Anwendern zu ermöglichen. Eine Vorbesprechung findet am 23.01.2023 um 17.00 online statt. Bitte melden Sie sich bei Interesse an der Vorbesprechung bis zum 23.01.2023 bis 12.00 bei [Oliver.Schaudt@bayer.com](mailto:Oliver.Schaudt@bayer.com) per E-Mail, so dass ich vorher die Einladungen zur online-Besprechung verschicken kann.

## Dr. Rasmus Schlömer

**Vorlesung** Personenversicherungsmathematik 2 (Krankenversicherung) (14722.0034)

Mi. 17.45-19.15

im Seminarraum 2 Mathematik (Raum 204)

**Bereich:** Stochastik und Versicherungsmathematik

**Belegungsmöglichkeiten:**

Mathematik: Bachelor

Wirtschaftsmathematik: Bachelor

Zum Abschluss des dreisemestrigen Zyklus zur Versicherungsmathematik steht die Krankenversicherungsmathematik im Mittelpunkt. Diese Versicherungsform bietet eine Verbindung von Elementen der Lebensversicherungsmathematik, allerdings mit Rechnungsgrundlagen, die in einem engen gesetzlichen Rahmen angepasst werden. Inhalt der Vorlesung ist ein Einblick in das Kalkulationsmodell und die rechtlichen Nebenbedingungen. Die Vorlesung baut auf der Vorlesung Personenversicherungsmathematik 1 auf.

### **Literatur**

„Mathematik der privaten Krankenversicherung“ H. Milbrodt, Verlag Versicherungswirtschaft, 2. Auflage.

## Prof. Dr. Hanspeter Schmidli

- Vorlesung**      Wahrscheinlichkeitstheorie I (14722.0019)  
*Probability Theory I*  
Di./Mi. 8.00-9.30  
im Hörsaal Mathematik (Raum 203)  
**Bereich:** Stochastik und Versicherungsmathematik  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
Mathematik:                      Bachelor, Master  
Wirtschaftsmathematik:      Bachelor, Master  
Lehramt:                              Master  
Informatik:                         Master
- Übungen**        Wahrscheinlichkeitstheorie I (14722.0020)  
*Probability Theory I*  
nach Vereinbarung  
**Bereich:** Stochastik und Versicherungsmathematik  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
Mathematik:                      Bachelor, Master  
Wirtschaftsmathematik:      Bachelor, Master  
Lehramt:                              Master  
Informatik:                         Master
- Seminar**        über Versicherungsrisiko und Ruin (14722.0047)  
*Insurance Risk and Ruin*  
Mi. 10.00-11.30  
im Seminarraum 2 Mathematik (Raum 204)  
Vorbesprechungstermin: 19. Januar 2023 um 12:00 im Seminarraum 2  
**Bereich:** Stochastik und Versicherungsmathematik  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
Mathematik:                      Bachelor, Master  
Wirtschaftsmathematik:      Bachelor, Master  
Lehramt:                              Master
- Seminar**        für AbsolventInnen der Versicherungsmathematik (14722.0074)  
*for Thesis Students in Actuarial Mathematics*  
Di. 10.00-11.30  
im Seminarraum 2 Mathematik (Raum 204)  
**Bereich:** Stochastik und Versicherungsmathematik
- Oberseminar**    Stochastik (14722.0078)  
*Stochastics*  
Mi. 17.45-18:45  
im Seminarraum 1 Mathematik (Raum 005)  
mit A. Drewitz, P. Mörters  
**Bereich:** Stochastik und Versicherungsmathematik

**Kolloquium** Versicherungsmathematisches Kolloquium (14722.0094)  
*Colloquium on Actuarial Mathematics*  
Mo. 17-19 (nach besonderer Ankündigung)  
im Seminarraum des Instituts für Versicherungswissenschaft,  
Kerpener Str. 30  
**Bereich:** Stochastik und Versicherungsmathematik

Die Vorlesung **Wahrscheinlichkeitstheorie I** richtet sich an Studierende ab dem 4. Semester. Sie behandelt zuerst eine Einführung in die Maßtheorie, um die Stochastik auf ein mathematisches Fundament zu stellen. Danach betrachten wir verschiedene Modelle und Werkzeuge der Stochastik. Eine besondere Rolle spielen dabei *stochastische Prozesse*, die für die Anwendungen in der Finanz- und Versicherungsmathematik wie auch in der Biologie und Physik wichtig sind.

Kenntnisse aus der Vorlesung *Einführung in die Stochastik* sind zum einfacheren Verständnis nützlich, aber nicht notwendig.

Zum Verständnis der Vorlesung ist die aktive Teilnahme an den **Übungen** notwendig.

### Literatur

Bauer, H. (2002). Wahrscheinlichkeitstheorie. Fifth edition. de Gruyter, Berlin.

Feller, W. (1968). An Introduction to Probability Theorie and its Applications, 3. Auflage, Band I und II. Wiley, New York.

Klenke, A. (2006). Wahrscheinlichkeitstheorie. Springer-Verlag, Heidelberg.

Rolski, T., Schmidli, H., Schmidt, V. und Teugels, J. (1999). Stochastic Processes for Insurance and Finance. Wiley, Chichester.

**Link** (<http://www.mi.uni-koeln.de/~schmidli/vorl/Stoch1/2023/>)

Das Seminar **Versicherungsrisiko und Ruin** gibt eine Einführung in Risikomodelle und in die Ruintheorie. Risikomodelle beschäftigen sich mit der Verteilung des Gesamtschadens einer kollektiven Versicherung oder einem Portfolio von Versicherungspolicen. Da die exakten Verteilungen nur schwer zu berechnen sind, sucht man Kennzahlen und Approximationen. Weiter betrachtet man Prinzipien zur Prämienberechnung. Ruintheorie betrachtet die zeitliche Entwicklung eines Portfolios oder eines kollektiven Versicherungsvertrages, wobei man die gegenwärtige Situation festhält. Man untersucht dann, als Maß für das Risiko, wie wahrscheinlich es ist, dass das bereitgestellte Kapital nicht ausreicht, um für immer solvent zu bleiben. Weitergehende Ruintheorie beschäftigt sich auch damit, wie Ruin im Modell typischerweise auftritt.

### Literatur

Dickson, D.C.M. (2005). Insurance Risk and Ruin. Cambridge University Press, Cambridge.

**Link** (<http://www.mi.uni-koeln.de/~schmidli/vorl/Seminars/2023/dickson.html>)

Im Seminar für AbsolventInnen tragen ExamenskandidatInnen der Versicherungsmathematik über ihre aktuellen Arbeiten vor. Es bietet ein Diskussions- und Informationsforum zu den verschiedenen Themen, die von den Studierenden bearbeitet werden. Die Vorträge stehen auch zukünftigen Bachelor/Master der Versicherungsmathematik als Vorbereitung auf die Abschlussarbeit offen.

**Link** (<http://www.mi.uni-koeln.de/~schmidli/vorl/AGS/>)

Das **Oberseminar Stochastik** dient dem wissenschaftlichen Gedankenaustausch über aktuelle Themen der Stochastik und richtet sich an fortgeschrittene Studierende und andere Interessenten. Das Programm besteht aus einstündigen Vorträgen (mit anschließender Diskussion) von Dozenten, auswärtigen Gästen und interessierten Studierenden, insbesondere DoktorandInnen und Master-Studierende.

**Link** (<http://www.mi.uni-koeln.de/~schmidli/events.html>)

Das Versicherungsmathematische Kolloquium findet drei- bis viermal pro Semester statt und soll die Versicherungsmathematik in ihrer ganzen Breite fördern. Besonderes Augenmerk wird auf die Verbindung von Theorie und Praxis gelegt. Vorträge und Themenauswahl sollen sowohl Hochschulmathematikern und Studierenden als auch den Interessen der zahlreichen Gäste aus Versicherungsunternehmen gerecht werden.

**Link** (<http://www.mi.uni-koeln.de/~schmidli/events.html>)

## Prof. Dr. Christian Sohler

**Vorlesung** Grundzüge der Informatik I/Algorithmen und Datenstrukturen  
(14722.5001)

*Fundamentals of Computer Science I*

Mo., Mi. 14-15.30 Uhr

Kurt-Alder-Hörsaal

**Bereich:** Informatik

**Belegungsmöglichkeiten:**

Mathematik: Bachelor

Wirtschaftsmathematik: Bachelor

**Übungen** Grundzüge der Informatik I/Algorithmen und Datenstrukturen  
(14722.5002)

*Fundamentals of Computer Science I*

2 St. nach Vereinbarung

**Belegungsmöglichkeiten:**

Mathematik: Bachelor

Wirtschaftsmathematik: Bachelor

**Vorlesung** Randomisierte Algorithmen (14722.5028)

*Randomized Algorithms*

Di. 10-11.30 Uhr

S232 (COPT-Zentrum)

**Bereich:** Informatik

**Belegungsmöglichkeiten:**

Mathematik: Master

Wirtschaftsmathematik: Master

Informatik: Master

**Übungen** Randomisierte Algorithmen (14722.5029)

*Randomized Algorithms*

2 St. nach Vereinbarung

**Belegungsmöglichkeiten:**

Mathematik: Master

Wirtschaftsmathematik: Master

Informatik: Master

Die **Vorlesung** Grundzüge der Informatik I ist der erste Teil eines zweisemestrigen Zyklus, in dem die Grundlagen der Informatik gelehrt werden. Schwerpunkt der Informatik I bildet eine Einführung in die Entwicklung und Analyse von Algorithmen. In der Vorlesung lernen die Studierenden grundlegende Datenstrukturen wie z.B. Felder, Listen, Heaps, Bäume und Graphen kennen. Anhand von Beispielen wie Sortier- und Suchverfahren und einfachen Graphalgorithmen lernen die Studierenden außerdem die Entwicklung und Analyse von Algorithmen.

In der **Vorlesung** Randomisierte Algorithmen werden grundlegende und fortgeschrittene Algorithmen und Datenstrukturen besprochen und analysiert, die Zufallsprozesse zur Steuerung des Algorithmus einsetzen. Ein einfaches Beispiel ist der randomisierte Quicksort Algorithmus, der das Pivotelement zufällig wählt.

Im Laufe der Vorlesung werden unterschiedliche Entwurfs- und Analysemethoden für randomisierte Algorithmen besprochen wie Linearität des Erwartungswerts, Random Walks, zufällige

lineare Projektionen und zufällige Stichproben.

Nach Rücksprache mit dem Prüfungsausschuss kann die Veranstaltung für Studierende der Mathematik mit Nebenfach Informatik auch als Seminar angerechnet werden.

## Prof. Dr. Guido Sweers

- Vorlesung** Analysis II (14722.0001)  
*Analysis II*  
 Di., Fr. 8-9.30  
 im Hörsaal B (Hörsaalgebäude)  
**Bereich:** Analysis, Angewandte Analysis  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
 Mathematik: Bachelor  
 Wirtschaftsmathematik: Bachelor
- Übungen** zur Analysis II (14722.0002)  
*exercise session for Analysis II*  
 in mehreren Gruppen nach Vereinbarung  
**Bereich:** Analysis, Angewandte Analysis  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
 Mathematik: Bachelor  
 Wirtschaftsmathematik: Bachelor
- Seminar** Fourier-Analysis (14722.0048)  
*Fourier-Analysis*  
 Do., 12-13.30  
 im Seminarraum 1 Mathematik (Raum 005)  
 Vorbesprechungstermin: 20.01.23, 14.45 Uhr im Hörsaal der Mathematik  
**Bereich:** Analysis, Angewandte Analysis  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
 Mathematik: Bachelor, Master  
 Wirtschaftsmathematik: Bachelor, Master  
 Lehramt: Master  
 Informatik: Master
- Oberseminar** Nichtlineare Analysis (14722.0092)  
*Nonlinear Analysis*  
 Mo., 16-17.30  
 im Seminarraum 3 Mathematik (Raum 314)  
**Bereich:** Analysis, Angewandte Analysis

Die **Vorlesung Analysis II** ist der zweite Teil des Vorlesungszyklus über Analysis, der für Studierende der Mathematik (Bachelor Mathematik und Bachelor Wirtschaftsmathematik) obligatorisch ist und setzt damit die im Wintersemester begonnene Vorlesungsreihe Analysis fort. Behandelt werden Funktionen mit mehreren Veränderlichen, der Satz über Implizite Funktionen, elementare Differential- und Integralrechnung, und es werden auch die Grundkenntnisse für gewöhnliche Differentialgleichungen vermittelt.

### Literatur

- Walter, W.: Analysis 1 und 2, Springer, ISBN 3-540-20388-5, 3-540-42953-0
- Königsberger, K.: Analysis 1 und 2, Springer, ISBN 3-540-52006-6, 3-540-20389-3
- Forster, O.: Analysis 1 und 2, Vieweg, ISBN 3-8348-0088-0, 3-8348-0250-6

- Bröcker, Th.: Analysis 2, Spektrum, ISBN 3-86025-418-9

**Link** (<http://www.mi.uni-koeln.de/~gsweers/unterricht.html>)

In den **Übungen** wird der Vorlesungsstoff vertieft. Aktive Teilnahme ist für das Verständnis der Vorlesung und für ein erfolgreiches Studium unbedingt erforderlich.

Im **Seminar Fourier Analysis** wird man sich mit Fourierreihen und der Fouriertransformation beschäftigen. Fourierreihen ermöglichen es, allgemeine Funktionen zu approximieren durch lineare Kombinationen von abzählbar vielen Basisfunktionen. Solche Approximationen haben viele Anwendungen, sowohl in der reinen als auch in der angewandten Mathematik. Abhängig von der Teilnehmerzahl werden wir uns einige konkrete Beispiele anschauen oder strukturiert das Thema angehen anhand des Buches von Elias Stein und Rami Shakarchi.

Als Vorkenntnisse sind selbstverständlich Analysis 1 und 2 notwendig. Für Themen aus dem älteren Buch hilft Analysis 3. Man braucht gute Kenntnisse von Integralen und auch Funktionentheorie ist nützlich. Das Seminar ist geeignet für Masterstudierende und Bachelorstudierende, wenn sie die eben genannten Kenntnisse besitzen.

Die Vorbesprechung findet am Freitag, 20. Januar 2023 um 14.45 Uhr im Hörsaal (Raum 203) der Mathematik statt.

## Literatur

- Stein, Elias M.; Shakarchi R.: Fourier Analysis, An Introduction. Princeton Lectures in Analysis, 1. Princeton University Press, Princeton N.J., 2003. ISBN: 0-691-11384-X
- Stein, Elias M.; Weiss, G.: Introduction to Fourier Analysis on Euclidean Spaces, Princeton University Press, Princeton N.J., 1971.
- Churchill, R.V.: Fourier Series and Boundary Value Problems. McGraw-Hill Book Co., Inc., New York-London, 1941. ix+206 pp.

Im **Oberseminar Nichtlineare Analysis** finden unregelmäßig Vorträge von Studierenden, Mitarbeitern und auswärtigen Gästen aus dem Bereich der nichtlinearen Analysis und deren Anwendungen statt.

**Link** (<http://www.mi.uni-koeln.de/main/Beschaefigte/Kalender/index.php>)

## Prof. Dr. Ulrich Trottenberg

**Seminar** für Lehramtskandidat:innen: Algorithmen im Schulunterricht (14722.0060)  
*Seminar for teachers at grammar and comprehensive schools: Practical algorithms for instruction*

Do. 12-14 Uhr

im Stefan Cohn-Vossen Raum Mathematik (Raum 313)

mit Dr. Roman Wienands

Vorbesprechungstermin: 19.01.23, 14 Uhr im Stefan Cohn-Vossen Raum des Mathematischen Instituts (Raum 313)

**Bereich:** Numerische Mathematik und Wissenschaftliches Rechnen

**Belegungsmöglichkeiten:**

Lehramt: Master

**Seminar** für Lehramtskandidat:innen: KI-Algorithmen im Schulunterricht (14722.0061)

*Seminar for teachers at grammar and comprehensive schools: Practical AI-algorithms for instruction*

Do. 10-12 Uhr

im Seminarraum 1 Mathematik (Raum 005)

mit Dr. Roman Wienands

Vorbesprechungstermin: 19.01.23, 15 Uhr im Stefan Cohn-Vossen Raum

**Bereich:** Numerische Mathematik und Wissenschaftliches Rechnen

**Belegungsmöglichkeiten:**

Lehramt: Master

Das **Seminar** wendet sich an Lehramtskandidaten:innen, die an einer lebensnahen, jugendgerechten Gestaltung des gymnasialen Unterrichts durch die Behandlung von Algorithmen im Kontext unterschiedlicher Anwendungen wie z.B. MP3, JPEG, RSA, GPS, Berechnung des Page Rank von Suchmaschinen, Quantencomputing usw. interessiert sind. Zusätzlich werden im Seminar allgemeine Strategien des algorithmischen Problemlösens und grundlegende Aspekte der Berechen- bzw. Algorithmisierbarkeit behandelt.

Für die entsprechenden Algorithmen und die mathematische Modellierung sollen Unterrichtsmodule erstellt werden, welche die derzeitigen Lehrpläne ergänzen können. In den Vorträgen werden jeweils die mathematischen Grundlagen und ein entsprechendes didaktisches Konzept präsentiert.

Eine erste Vorbesprechung findet statt am Donnerstag, den 19.01.23, um 14 Uhr im Stefan Cohn-Vossen Raum des Mathematischen Instituts (Raum 313)

In Ergänzung zu unserem allgemeiner ausgerichteten Seminar über Algorithmen im Schulunterricht bieten wir ein weiteres **Seminar** an, bei dem speziell aktuelle Algorithmen zur Künstlichen Intelligenz (KI) und zum Maschinellen Lernen (ML) im Vordergrund stehen. Behandelt werden Algorithmen zur Regression und Klassifikation, verschiedene Varianten neuronaler Netze, Nearest Neighbor Verfahren, Algorithmen basierend auf Entscheidungsbäumen, etc.

Für die entsprechenden Algorithmen sollen analog zu unserem anderen Seminar Unterrichts-

module erstellt werden, welche die derzeitigen Lehrpläne ergänzen können. In den Vorträgen werden jeweils die mathematischen Grundlagen und ein entsprechendes didaktisches Konzept präsentiert.

Eine erste Vorbesprechung findet statt am Donnerstag, den 19.01.23, um 15 Uhr im Stefan Cohn-Vossen Raum des Mathematischen Instituts (Raum 313).

## Prof. Dr. Frank Vallentin

**Vorlesung** Einführung in die Mathematik des Operations Research (14722.0011)

*Introduction to the mathematics of operations research*

Di. 10-11.30 im Hörsaal Mathematik (Raum 2.03)

Fr. 8-9.30 im Hörsaal C (Hörsaalgebäude)

**Bereich:** Diskrete Mathematik und Mathematische Optimierung

**Belegungsmöglichkeiten:**

Mathematik: Bachelor

Wirtschaftsmathematik: Bachelor

Lehramt: Master

## Übungen

Einführung in die Mathematik des Operations Research (14722.0012)

*Introduction to the mathematics of operations research*

2 St. nach Vereinbarung

## Oberseminar

Oberseminar Optimierung, Geometrie und diskrete Mathematik  
(14722.0093)

*Seminar on optimization, geometry, and discrete mathematics*

Fr. 10-11.30

im Stefan Cohn-Vossen Raum Mathematik (Raum 313)

**Bereich:** Diskrete Mathematik und Mathematische Optimierung

Ziel der **Vorlesung** ist die Erarbeitung der mathematischen Grundlagen von effizienten Optimierungsalgorithmen für Probleme des Operations Research. In dieser einführenden Vorlesung stehen die linearen, konvexen und kombinatorischen Strukturen und deren Anwendungen im Mittelpunkt. Die folgenden Themen werden behandelt: Kürzeste Wege, Matchings, Flüsse, Polyedertheorie, Algorithmen für lineare Optimierung, ganzzahlige Optimierung.

In den **Übungen** wird der Vorlesungsstoff vertieft.

Das **Oberseminar** "Optimierung, Geometrie und diskrete Mathematik" richtet sich an Studierende, Mitarbeiter und Interessierte. Es werden aktuelle Forschungsergebnisse diskutiert, auch werden Gäste zum Vortrag eingeladen.

## Prof. Dr. Andreas Vogelsang

- Vorlesung** Anforderungsmanagement (14722.5011)  
*Requirements Engineering*  
Di., Fr. 14-15.30  
im Hörsaal II Phys. Institute  
mit M.Sadeghi  
**Bereich:** Informatik  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
Mathematik: Master  
Wirtschaftsmathematik: Master  
Informatik: Master
- Übungen** Anforderungsmanagement (14722.5012)  
*Requirements Engineering*  
nach Vereinbarung  
**Bereich:** Informatik  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
Mathematik: Master  
Wirtschaftsmathematik: Master  
Informatik: Master
- Vorlesung** Empirische Methoden in der Softwaretechnik (14722.5037)  
*Empirical Software Engineering*  
Seminarraum 1.421, Sibille-Hartmann-Str.  
mit P. Ebel  
**Bereich:** Informatik  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
Mathematik: Master  
Wirtschaftsmathematik: Master  
Informatik: Master
- Seminar** Doktoranden und AbsolventInnen Seminar (14722.5038)  
  
(privatissime)  
**Bereich:** Informatik
- Oberseminar** Kolloquium/Oberseminar (14722.5051)  
  
nach Vereinbarung  
**Bereich:** Informatik

### Vorlesung Anforderungsmanagement/Requirements Engineering

Requirements Engineering, als erste Phase eines Entwicklungsprojekts, ist entscheidend für den Projekterfolg, da von dieser Phase der weitere Verlauf des Projekts maßgeblich bestimmt wird.

In dieser Phase werden die Projektbeteiligten und ihre Ziele ermittelt, eventuell auftretende Zielkonflikte gelöst und Anforderungen an das zu entwickelnde System formuliert. Die formulierten Anforderungen werden auch zur Vertragsgrundlage zwischen dem Auftraggeber und Auftragnehmer und zu Kriterien für die Abnahme des fertigen Systems. In der Vorlesung "Requirements Engineering" (RE) werden alle wichtigen Themen des Requirements Engineerings eingehend behandelt, insbesondere die RE-Aufgaben, unterschiedliche Arten von Anforderungen, Anforderungsgewinnung, -verhandlung, -dokumentation, und -management. Es wird gezeigt, wie die ersten, meist informellen, Anforderungen systematisch formalisiert und für das spätere Systemdesign genutzt werden können. Die Behandlung dieser Themen schafft für Studierende eine Basis, die es ihnen später erlaubt, sowohl im industriellen Requirements Engineering als auch in RE-Forschung tätig zu werden. In der Vorlesung werden auch Beispiele aus der RE-Praxis behandelt.

Grundlagen der Informatik wie im Bachelorstudium (erfolgreiche Teilnahme am Programmierkurs, Grundzüge der Informatik I+II sowie dem Programmierpraktikum) vermittelt. (wünschenswert)

Grundlagen der Softwaretechnik (erfolgreiche Teilnahme an der VL „Softwaretechnik“)

In den **Übungen** zur Vorlesung wird der Vorlesungsstoff vertieft. Schriftliche Übungsaufgaben werden unter Anleitung eines Tutors besprochen.

Bei entsprechender vorheriger Ankündigung kann die regelmäßige Teilnahme an den Übungen sowie die erfolgreiche Bearbeitung von Übungsaufgaben anteilig in die Prüfungsleistung eingehen und/oder als Zulassungsvoraussetzung für die Prüfung herangezogen werden.

### **Vorlesung Empirische Methoden in der Softwaretechnik**

Die Entwicklung von Software kann als eine Kette von Designentscheidungen gesehen werden. Diese Entscheidungen werden in der modernen Softwareentwicklung immer häufiger auf Basis von Daten getroffen (z.B. Daten über die Nutzung der Software). Hinzu kommt, dass Software selber immer stärker über Algorithmen gesteuert wird, die durch Daten antrainiert werden (z.B. mit Hilfe von Machine Learning). Daher wird ein fundiertes Verständnis für empirische Forschungsmethoden und Datenanalyse für Software Entwickler\*innen immer wichtiger. Empirical Software Engineering beschäftigt sich mit der Erhebung und Analyse von Daten über Software Engineering Artefakte um daraus Wissen abzuleiten, das zur Verbesserung der Software oder des Softwareentstehungsprozesses genutzt werden kann. In diesem Modul werden die Grundlagen des Empirical Software Engineerings vermittelt. Dazu gehören:

- Was ist Empirie und welche Formen von empirischen Studien gibt es im Software Engineering (z.B. Interviews, Umfragen, Fallstudien, Experimente)?
- Der Aufbau von empirischen Studien
- Datenerhebung
- Datenanalyse (Theoriebildung, Validierung von Hypothesen)
- Validität von empirischen Ergebnissen
- Empirie in der Praxis: A/B Testing, Continuous Experimentation, Machine Learning, Entscheidungsfindung

Inhaltliche Voraussetzung:

Grundlagen der Informatik wie im Bachelorstudium (erfolgreiche Teilnahme am Programmierkurs, Grundzüge der Informatik I+II sowie dem Programmierpraktikum) vermittelt, insbesondere aus dem Bereich der Programmiertechnik.

(wünschenswert)

Grundlagen der Softwaretechnik (erfolgreiche Teilnahme „Softwaretechnik“ und „Anforderungsmanagement“).

### **Kolloquium/Oberseminar**

Die Vorträge finden nach besonderer Ankündigung im Seminarraum 1.421 in der Sibille-Hartmann-Str. statt.

## Prof. Dr. Ing. Tatiana von Landesberger

- Vorlesung** Visuelle Datenanalyse (14722.5007)  
*Visual Analytics*  
 Do. 10-11:30, 12-13:30  
 im Großen Hörsaal (XXX) der “alten Botanik“ Gyrhofstr. 15  
**Bereich:** Informatik  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
 Mathematik: Master  
 Wirtschaftsmathematik: Master  
 Informatik: Master
- Übungen** Visuelle Datenanalyse (14722.5008)  
*Visual Analytics*  
 Nach Vereinbarung  
 Weyertal 121, 5. Etage, Raum 5.08  
**Bereich:** Informatik  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
 Mathematik: Master  
 Wirtschaftsmathematik: Master  
 Informatik: Master
- Seminar** Visuelle Analyse in Anwendung (14722.5031)  
*Visual Analytics for Applications*  
 Do. 14-15:30  
 Weyertal 121, 5. Etage, Raum 5.08  
 Vorberechungstermin: Mi. 25.01.2023, 17:00, Weyertal 121, 5. Etage,  
 Raum 5.08  
**Bereich:** Informatik  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
 Mathematik: Master  
 Wirtschaftsmathematik: Master  
 Informatik: Master

The **lecture** deals with the visual analysis of large and complex data sets. In the lecture, selected topics from the areas of visualization, interaction, human perception, data analysis and their combination for solving application-oriented problems are dealt with. Basic methods and their practical examples as well as applications and current research approaches will be presented. Visual analysis can be used for exploration, analysis and communication of reports, presentations, or online. Applications include finance, economics, geosciences, meteorology, Medicine, biology, transportation and sports.

In the **exercises** to the lecture the lecture material is deepened. Exercises are discussed under the guidance of a tutor. In addition to deepening the subject knowledge, the exercises can also serve to acquire communication and presentation skills.

Im **Seminar** werden aktuelle Forschungsarbeiten als Grundlage zur praktischen Anwendung der Informationsvisualisierung genutzt. Die Themen befassen sich mit Visuellem Design, Einbindung von maschinellem Lernen in der Visualisierung, Interaktion, Evaluation von Visualisierungstechniken oder deren Anwendung. Ziel des Seminars ist es zu lernen, wissenschaftliche Arbeiten zu durchdringen und anschließend als Grundlage für eigene praktische Anwendungen zu nutzen.

Literatur wird bei der Vorberechung präsentiert.

## Prof. Dr. Duc Viet Vu

- Vorlesung** Funktionentheorie (14722.0007)  
*Complex Analysis*  
Mo und Mi 8-9:30 Uhr  
im Hörsaal C (Hörsaalgebäude)  
**Bereich:** Analysis, Angewandte Analysis  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
Mathematik: Bachelor  
Wirtschaftsmathematik: Bachelor  
Lehramt: Bachelor
- Übung** Übung zu Funktionentheorie (14722.0008)  
*Exercise session for complex analysis*  
**Bereich:** Analysis, Angewandte Analysis  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
Mathematik: Bachelor  
Wirtschaftsmathematik: Bachelor  
Lehramt: Bachelor
- Seminar** Zufällige Polynome und zufällige Kähler-Geometrie (14722.0067)  
*Random polynomials and random Kähler geometry*  
Di 14-15:30 Uhr  
im Seminarraum 3 Mathematik (Raum 314)  
mit Prof. Drewitz, Prof. Marinescu  
**Bereich:** Geometrie und Topologie, Analysis, Angewandte Analysis
- Seminar** Semiklassische Analysis und Darstellungstheorie (14722.0071)  
*Semiclassical analysis and representation theory*  
Di 10:00-11:30 Uhr  
im Stefan Cohn-Vossen Raum Mathematik (Raum 313)  
mit Prof. Littellmann, Prof. Marinescu, Prof'in Schroll, Prof. Zirnbauer  
**Bereich:** Algebra und Zahlentheorie, Analysis
- Arbeitsgemeinschaft** AG Komplexe Analysis (14722.0072)  
*Complex analysis*  
Do 12-13:30 Uhr  
im Seminarraum 3 Mathematik (Raum 314)  
mit Prof. Marinescu
- Arbeitsgemeinschaft** Pluripotentialtheorie und Anwendungen (14722.0075)  
*Pluripotential theory and applications*  
Fr. 16 - 17:30 Uhr  
im Stefan Cohn-Vossen Raum Mathematik (Raum 313)  
**Bereich:** Analysis, Angewandte Analysis

**Oberseminar**

Geometrie, Topologie und Analysis (14722.0081)

*Geometry, topology and analysis*

Fr. 10 - 11:30 Uhr

im Seminarraum 2 Mathematik (Raum 204)

mit Prof. Geiges, Prof. Marinescu, Prof'in Sabatini

**Bereich:** Geometrie und Topologie, Analysis

In der **Vorlesung** "Funktionentheorie" werden die grundlegende Konzepte und Methoden der komplexen Analysis untersucht. Komplexe Analysis hat wichtige Anwendungen an viele verschiedene mathematische Bereiche, z. B., Geometrie, Zahlentheorie und auch reelle Analysis.

Vorraussetzung: Analysis I+II, Lineare Algebra I+II.

**Literatur**

1. I. Fischer und W. Lieb, Funktionentheorie
2. K. Jänich, Funktionentheorie

In den **Übungen** wird der Vorlesungsstoff vertieft. Die Teilnahme ist ausdrücklich empfohlen.

Im **Seminar** "Zufällige Polynome und zufällige Kähler-Geometrie" befassen wir uns mit dem Zusammenspiel von komplexer Geometrie und Wahrscheinlichkeitstheorie. Wir kombinieren Methoden der komplexen Geometrie und der geometrischen Analysis mit wahrscheinlichkeitstheoretischen Methoden, um verschiedene Probleme zu untersuchen, welche sich mit lokalen und globalen statistischen Eigenschaften von Nullstellen holomorpher Schnitte von holomorphen Liniensbündeln über Kähler-Mannigfaltigkeiten beschäftigen. Ein besonders wichtiger Fall hiervon ist durch zufällige Polynome gegeben. Von besonderem Interesse sind für uns die Asymptotiken der Kovarianzkerne und der Ensembles von Polynomen/Schnitten, die Universalität ihrer Verteilungen, zentrale Grenzwertsätze sowie Prinzipien großer Abweichungen. Es haben sich in den letzten Jahrzehnten wichtige Zusammenhänge zur theoretischen Physik herauskristallisiert; hier dienen zufällige Polynome als Modell für die Eigenfunktion von chaotischen Quantenhamiltonians

**Link** ([http://www.mi.uni-koeln.de/geometrische\\_analysis/ag\\_random\\_geometry.html](http://www.mi.uni-koeln.de/geometrische_analysis/ag_random_geometry.html))

Im **Seminar** "Semiklassische Analysis und Darstellungstheorie" werden Resultate aus der semiklassischen Analysis und Darstellungstheorie diskutiert, die relevant sind für die statistischen Spektraleigenschaften Hamiltonscher Operatoren, Quantum Korrelationen in Systemen mit Symmetrien, asymptotische Entwicklung des Bergmankerns und Toeplitz Operatoren, Berezin Toeplitz Quantisierung, asymptotische Verteilung der Nullstellen von homogenen Polynomen.

**Link** ([http://www.mi.uni-koeln.de/semiklassik/sem\\_semiklassik.html](http://www.mi.uni-koeln.de/semiklassik/sem_semiklassik.html))

In der **Arbeitsgemeinschaft** "komplexe Analysis" sollen Begriffe und Beispiele aus der komplexen Analysis und Geometrie anhand von Beispielen und konkreten Problemen erarbeitet werden. Dieses Seminar kann auf eine Masterarbeit vorbereiten und ist Studierenden empfohlen, die sich für eine Diplom-, Master- oder Doktorarbeit in meiner Arbeitsgruppe interessieren.

**Link** ([http://www.mi.uni-koeln.de/geometrische\\_analysis/ag.html](http://www.mi.uni-koeln.de/geometrische_analysis/ag.html))

In der **Arbeitsgemeinschaft** “Pluripotentialtheorie und Anwendungen“ sollen Forschungsthemen aus der Pluripotentialtheorie und Ihrer Anwendungen (z. B. Komplexe Dynamik) präsentiert werden. Zur Vorbereitung einer Masterarbeit ist diese Arbeitsgemeinschaft zu empfehlen ebenso für Studierende, die sich für eine Master- oder Doktorarbeit in meiner Arbeitsgruppe interessieren.

Im **Oberseminar** “Geometrie, Topologie und Analysis“ finden in erster Linie Gastvorträge statt, die einzeln durch Aushang und im Internet bekanntgegeben werden.

**Link** (<http://www.mi.uni-koeln.de/~geiges/Oberseminar/oberseminar.html>)

## Dr. Janine Weber

**Vorlesung** Hochleistungsrechnen für Fortgeschrittene (14722.0110)  
*High Performance Computing for Advanced Students*  
Mo. 12-13.30, Mi. 14-15.30  
im Seminarraum 1 Mathematik (Raum 005)  
**Bereich:** Numerische Mathematik und Wissenschaftliches Rechnen  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
Mathematik: Bachelor, Master  
Wirtschaftsmathematik: Bachelor, Master  
Lehramt: Master  
Informatik: Master

**Übungen** Hochleistungsrechnen für Fortgeschrittene (14722.0111)  
*High Performance Computing for Advanced Students*  
Mi. 16-17.30  
im Seminarraum 1 Mathematik (Raum 005)  
**Bereich:** Numerische Mathematik und Wissenschaftliches Rechnen  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
Mathematik: Bachelor, Master  
Wirtschaftsmathematik: Bachelor, Master  
Lehramt: Master  
Informatik: Master

Das High Performance Computing (HPC, Hochleistungsrechnen) befasst sich mit der effizienten und schnellen Ausführung großer Simulationen auf modernen Supercomputern. In der **Vorlesung Hochleistungsrechnen für Fortgeschrittene** werden weiterführende theoretische und praktische Aspekte des HPC bzw. des parallelen wissenschaftlichen Rechnens betrachtet. Aufbauend auf den in der Vorlesung Einführung in das Hochleistungsrechnen gewonnenen Kenntnissen, wird vor allem das Shared Memory parallele Programmieren mit OpenMP vertieft sowie hybride Programmiermodelle betrachtet, die optimal auf moderne Supercomputer zugeschnitten sind. Unter Betrachtung komplexer Modellprobleme aus dem Bereich der numerischen Lösung partieller Differentialgleichungen sollen konkrete Anwendungsbeispiele (auch in Form von größeren Programmierprojekten) umgesetzt werden. Ein weiterer Themenschwerpunkt wird der immer wichtiger werdende Bereich des Maschinellen Lernens sein. Die dort benötigte Algebra und die eingesetzten Methoden sind ideal für den Einsatz auf GPUs (Grafikprozessoren) oder Beschleunigern geeignet.

In den **Übungen zur Vorlesung Hochleistungsrechnen für Fortgeschrittene** liegt der Schwerpunkt auf den praktischen Aspekten des High Performance Computing. Dazu sind insbesondere Kenntnisse des Programmierens in C sowie mit MPI notwendig. Eine kurze Wiederholung der Grundlagen von MPI wird in den ersten Semesterwochen in den Übungen behandelt.

## Dr. Vera Weil

**Praktikum** Programmierpraktikum (14722.5000)  
*Practical Course on Programming*  
Mi 14-15:30  
im Hörsaal I Phys. Institute  
**Bereich:** Informatik  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
Mathematik: Bachelor  
Wirtschaftsmathematik: Bachelor

Im Programmierpraktikum soll im Wesentlichen der Umgang mit höheren Programmiersprachen (in diesem Fall Java) im Rahmen eines größeren Projekts vertieft werden.

Zu Beginn des Semesters wird es voraussichtlich einige gemeinsame Termine geben, bei denen sowohl die organisatorischen als auch die inhaltlichen Aspekte des Praktikums besprochen werden.

Alle Informationen finden Sie im Ilias-Kurs. Es wird voraussichtlich Übungs-/Fragestunden geben, die Termine etc. finden Sie ebenfalls bei Ilias.

Inhaltliche Voraussetzungen: Programmierkurs und Algorithmen und Datenstrukturen

Hierbei handelt es sich nur um inhaltliche Voraussetzungen. Welche Module Sie bestanden haben müssen, um das Praktikum ablegen zu dürfen, entnehmen Sie bitte Ihrer Prüfungsordnung.

### Literatur

Hans-Peter Habelitz: Programmieren lernen mit Java: Der leichte Einstieg für Programmieranfänger. Rheinwerk Computing, 5. Auflage, 2017

Kai Günster: Einführung in Java. Rheinwerk Computing, 2. Auflage, 2017

Christian Ullenboom: Java ist auch eine Insel. Rheinwerk Computing, 14. Auflage, 2018

Michael Inden: Der Weg zum Java-Profi. dpunkt.verlag, 4. Auflage, 2017

Kathy Sierra, Bert Bates: Java von Kopf bis Fuß. O'Reilly Verlag, 1. Auflage, 2006

**Link** ([https://weil.cs.uni-koeln.de/lehre/lehre\\_start.php](https://weil.cs.uni-koeln.de/lehre/lehre_start.php))

## Anna Weller

**Vorlesung** Numerische Methoden zur Lösung partieller Differentialgleichungen auf metrischen Graphen (14722.0108)

*Numerical Methods for Partial Differential Equations on Metric Graphs*

Mo., Mi. 14-15:30

im Stefan Cohn-Vossen Raum Mathematik (Raum 313)

**Bereich:** Numerische Mathematik und Wissenschaftliches Rechnen

**Belegungsmöglichkeiten:**

Mathematik: Master

Wirtschaftsmathematik: Master

Informatik: Master

**Übungen** Numerische Methoden zur Lösung partieller Differentialgleichungen auf metrischen Graphen (14722.0109)

*Numerical Methods for Partial Differential Equations on Metric Graphs*

Mo. 12-13:30

im Stefan Cohn-Vossen Raum Mathematik (Raum 313)

**Bereich:** Numerische Mathematik und Wissenschaftliches Rechnen

**Belegungsmöglichkeiten:**

Mathematik: Master

Wirtschaftsmathematik: Master

Informatik: Master

Graphen und Netzwerke sind in den vergangenen Jahren immer relevanter geworden, um verschiedenste komplexe Vorgänge etwa aus der Physik, den Ingenieurwissenschaften oder der Medizin zu simulieren. Motivation für die Inhalte dieser **Vorlesung** ist das Problem, die Ausbreitung von erkrankten Proteinen im Verlaufe der Krankheit Alzheimer im Gehirn zu modellieren und simulieren. Daher wird anfangs gezeigt, wie aufgrund von Originaldaten aus dem Institut für Nuklearmedizin der Uniklinik Köln ein entsprechendes Gehirnnetzwerk erzeugt wird. Wir werden sehen, wie wir auf diesem Netzwerk eine partielle Differentialgleichung (PDE) zur Beschreibung der Ausbreitung von erkrankten Proteinen im Gehirn eines Alzheimer Patienten formulieren können.

Gegenstand dieser Vorlesung sind dann numerische Methoden zur Lösung partieller Differentialgleichungen auf metrischen Graphen. Im ersten Teil der Vorlesung werden theoretische Grundlagen zu kombinatorischen Graphen behandelt, um diese schließlich zu metrischen Graphen und sogenannten Quantum-Graphen zu erweitern. Von besonderem Interesse ist hierbei das Spektrum von Quantum-Graphen, da dessen effiziente Berechnung grundlegend für die Entwicklung von spektralen Lösungsmethoden ist. Neben theoretischen Aspekten werden in diesem Zusammenhang daher numerische Methoden zur Berechnung von Eigenwerten und Eigenfunktionen erarbeitet. Zur Lösung von PDEs auf metrischen Graphen werden schließlich neben einer spektralen Galerkin-Methode klassische Finite-Differenzen und Finite-Elemente Ansätze vorgestellt. Fokus dieser Ansätze ist stets die effiziente Lösung der entstehenden Gleichungssysteme.

Voraussetzung sind Kenntnisse der Algorithmischen Mathematik, der Numerischen Mathematik sowie der Einführung in die Numerik partieller Differentialgleichungen. Vorkenntnisse zu Variationsformulierungen und finiten Elementen sind von Vorteil. Ein wichtiger Bestandteil der Vorlesung und Übung wird die Implementierung in julia sein. In den ersten Semesterwochen wird es hierzu eine Einführung zur Programmierung in julia im Zusammenhang mit Graphen geben, grundlegende Kenntnisse in julia werden dabei vorausgesetzt.

*English version:* In recent years, graphs and networks have gained increasing relevance for

the simulation of a wide variety of complex processes, for example in physics, engineering, or medicine. The motivation for this **lecture** arose from the problem of simulating the spread of infected proteins in the brain during the course of Alzheimer's disease. At the beginning of the lecture, we will demonstrate how to generate a brain network on the basis of original data from the Institute of Nuclear Medicine of the University Hospital of Cologne. We will formulate a partial differential equation (PDE) on this network to describe the spread of infected proteins in the brain of an Alzheimer's disease patient.

The subjects of this lecture are numerical methods for the solution of partial differential equations on metric graphs. In the first part of the lecture, we address the theoretical foundations of combinatorial graphs with the objective to derive metric graphs and so-called quantum graphs. Of particular interest is the spectrum of quantum graphs, since its efficient computation is essential for the application of spectral solution methods. In addition to theoretical aspects, numerical methods for the computation of eigenvalues and eigenfunctions are developed in this context. Finally, for the solution of PDEs on metric graphs, a spectral Galerkin method as well as classical finite difference and finite element approaches are presented. These approaches always focus on the efficient solution of the resulting systems of equations.

Requirement is knowledge of subjects from the lectures "Algorithmische Mathematik", "Numerische Mathematik", and "Einführung in die Numerik partieller Differentialgleichungen". Previous knowledge of variational formulations and finite elements is advantageous. An important part of the lecture and exercise will be the implementation in julia. In the first weeks of the semester, we will offer an introduction to programming in julia in the context of graphs; basic knowledge of julia is assumed.

Vorlesung und Übung werden auf Deutsch gehalten, wenn alle Teilnehmer über Deutschkenntnisse verfügen.

### Literatur

- [AW] M. Ainsworth and A. Weller, A spectral Galerkin method for the solution of reaction-diffusion equations on metric graphs, Oberwolfach Reports, Workshop Report 36, 2021.
- [AB] M. Arioli and M. Benzi. A finite element method for quantum graphs. IMA Journal of Numerical Analysis, 38(3): 1119–1163, 2018.
- [BP] G. Berkolaiko and P. Kuchment. Introduction to Quantum Graphs. Mathematical surveys and monographs. American Mathematical Society, 2013.
- [BCK] M. Brio, J.-G. Caputo, and H. Kravitz. Spectral solutions of pdes on networks. Applied Numerical Mathematics, 172:99–117, 2022.

In den **Übungen** zur Vorlesung Numerische Methoden zur Lösung partieller Differentialgleichungen auf metrischen Graphen wird neben den theoretischen Aspekten der Vorlesung die praktische Implementierung vertieft. Zum Ende des Semesters soll die eigenständige Implementierung einer der vorgestellten Methoden in Teamarbeit durchgeführt werden. Diese Projektarbeit kann im Anschluss in eine Masterarbeit ausgeweitet werden.

*English version:* In the **exercises** to the lecture Numerical Methods for Partial Differential Equations on Metric Graphs, we will examine theoretical aspects and practical implementations. At the end of the semester, the participants will work on the implementation of one of the presented methods in a team. This project work can be extended into a master thesis.

## Prof. Stefan Wesner

- Vorlesung** Cloud and Edge Computing Systems (14722.5017)  
*Cloud and Edge Computing Systems*  
Di. 8:15-9:45  
im Hörsaal II Phys. Institute  
mit Dr. Lutz Schubert  
**Bereich:** Informatik  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
Informatik: Master
- Vorlesung** Cloud and Edge Computing Systems (14722.5039)  
*Cloud and Edge Computing Systems*  
Di 08:15-9:45  
im Hörsaal II Phys. Institute  
mit Dr. Lutz Schubert  
Vorbereitungstermin: 10.04.2023  
**Bereich:** Numerische Mathematik und Wissenschaftliches Rechnen  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
Mathematik: Master  
Wirtschaftsmathematik: Master
- Übungen** Übungen zu Cloud and Edge Computing Systems (14722.5018)  
*Exercises Cloud and Edge Computing Systems*  
to be announced  
mit Dr. Lutz Schubert  
**Bereich:** Numerische Mathematik und Wissenschaftliches Rechnen, Informatik  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
Mathematik: Master  
Wirtschaftsmathematik: Master  
Informatik: Master
- Seminar** Research Trends in Parallel and Distributed Systems (14722.5071)  
*Research Trends in Parallel and Distributed Systems*  
Mo 9-11  
to be announced  
mit Dr. Lutz Schubert  
Vorbereitungstermin: 25.01.2023 16:00 Uhr am ITCC/RRZK, Weyertal 121 (Raum wird noch bekanntgegeben)  
**Bereich:** Numerische Mathematik und Wissenschaftliches Rechnen, Informatik  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
Mathematik: Master  
Wirtschaftsmathematik: Master  
Informatik: Master

The **lecture** is divided into three main parts.

The first part discusses key concepts and technology of cross organisational Cloud Computing Systems. Beside operation models, virtualization and container technologies in particular elasticity, scalability and why Cloud infrastructures are able to respond dynamically to changing requirements are discussed. Along an application use case the potential but also the limitation of scalability are discussed.

In the second part of the lecture Data Centre Architecture and Technology is presented outlining how the capabilities presented in the first part can be realised. This covers data centre system design, data centre components and software solutions to realize the Cloud properties as discussed in the first part. This will also cover const considerations and performance benchmarking.

The third part of the lecture covers multi-Cloud and Edge Computing Systems and their particular capabilities and challenges.

After this course students will have an in-depth understanding of the state of the art of cross-organisational and Cloud based systems. Additionally they understand the challenges and solution approaches to deliver Cloud based services from a Data Centre Operator viewpoint. Participants will understand the specific challenges of distributed and multi-organisational Cloud and Edge computing scenarios.

#### **Literatur**

to be announced in the lecture

**Link** (<https://pds.uni-koeln.de/teaching>)

The **lecture** is divided into three main parts and is split into a part with regular lectures on Tuesday and work on selected topics in Cloud and Edge computing where students will either work with primary literature to prepare a short article and presentation or realise a practical project using Cloud infrastructure. The projects/topics are assigned in the first weeks of the lecture. Please note that the lecture and exercises are similar to the ones for computer science students (master). While the exam is the same as for the course for computer science the additional project/article work is part of the examination and is mandatory.

The first part discusses key concepts and technology of cross organisational Cloud Computing Systems. Beside operation models, virtualization and container technologies in particular elasticity, scalability and why Cloud infrastructures are able to respond dynamically to changing requirements are discussed. Along an application use case the potential but also the limitation of scalability are discussed.

In the second part of the lecture Data Centre Architecture and Technology is presented outlining how the capabilities presented in the first part can be realised. This covers data centre system design, data centre components and software solutions to realize the Cloud properties as discussed in the first part. This will also cover const considerations and performance benchmarking.

The third part of the lecture covers multi-Cloud and Edge Computing Systems and their particular capabilities and challenges.

After this course students will have an in-depth understanding of the state of the art of cross-organisational and Cloud based systems. Additionally they understand the challenges and solution approaches to deliver Cloud based services from a Data Centre Operator viewpoint. Par-

Participants will understand the specific challenges of distributed and multi-organisational Cloud and Edge computing scenarios.

In the **exercises** we will have a deeper look in the topics of the lecture and will in particular target to provide practical experience with Cloud and Kubernetes platforms.

**Literatur**

to be announced.

**Link** (<https://pds.uni-koeln.de/teaching>)

In this **Seminar** a range of emerging topics in the field of parallel, heterogeneous computing (system Architecture for current and future high performance computing systems) and distributed computing systems (e.g. Cloud, Edge Computing) are offered based on primary literature from major conferences and journals in the field.

The task for the participants is inspired by the process of writing a scientific publication. Starting from a review of the provided literature the participant identifies additional relevant material such as scientific publications but also tech reports from major vendors to have a good baseline of the state of the art and current developments. Based on a topic outline a written report and oral presentation as part of a full-day seminar is necessary to successfully pass the seminar.

We plan to publish selected reports as an open access seminar series.

## Dr. Roman Wienands

**Seminar** für Lehramtskandidat:innen: Algorithmen im Schulunterricht (14722.0060)  
*Seminar for teachers at grammar and comprehensive schools: Practical algorithms for instruction*

Do. 12-14 Uhr

im Stefan Cohn-Vossen Raum Mathematik (Raum 313)

mit Prof. Dr. Ulrich Trottenberg

Vorbesprechungstermin: 19.01.23, 14 Uhr im Stefan Cohn-Vossen Raum des Mathematischen Instituts (Raum 313)

**Bereich:** Numerische Mathematik und Wissenschaftliches Rechnen

**Belegungsmöglichkeiten:**

Lehramt: Master

**Seminar** für Lehramtskandidat:innen: KI-Algorithmen im Schulunterricht (14722.0061)

*Seminar for teachers at grammar and comprehensive schools: Practical AI-algorithms for instruction*

Do. 10-12 Uhr

im Seminarraum 1 Mathematik (Raum 005)

mit Prof. Dr. Ulrich Trottenberg

Vorbesprechungstermin: 19.01.23, 15 Uhr im Stefan Cohn-Vossen Raum

**Bereich:** Numerische Mathematik und Wissenschaftliches Rechnen

**Belegungsmöglichkeiten:**

Lehramt: Master

Das **Seminar** wendet sich an Lehramtskandidaten:innen, die an einer lebensnahen, jugendgerechten Gestaltung des gymnasialen Unterrichts durch die Behandlung von Algorithmen im Kontext unterschiedlicher Anwendungen wie z.B. MP3, JPEG, RSA, GPS, Berechnung des Page Rank von Suchmaschinen, Quantencomputing usw. interessiert sind. Zusätzlich werden im Seminar allgemeine Strategien des algorithmischen Problemlösens und grundlegende Aspekte der Berechen- bzw. Algorithmisierbarkeit behandelt.

Für die entsprechenden Algorithmen und die mathematische Modellierung sollen Unterrichtsmodule erstellt werden, welche die derzeitigen Lehrpläne ergänzen können. In den Vorträgen werden jeweils die mathematischen Grundlagen und ein entsprechendes didaktisches Konzept präsentiert.

Eine erste Vorbesprechung findet statt am Donnerstag, den 19.01.23, um 14 Uhr im Stefan Cohn-Vossen Raum des Mathematischen Instituts (Raum 313).

In Ergänzung zu unserem allgemeiner ausgerichteten Seminar über Algorithmen im Schulunterricht bieten wir ein weiteres **Seminar** an, bei dem speziell aktuelle Algorithmen zur Künstlichen Intelligenz (KI) und zum Maschinellen Lernen (ML) im Vordergrund stehen. Behandelt werden Algorithmen zur Regression und Klassifikation, verschiedene Varianten neuronaler Netze, Nearest Neighbor Verfahren, Algorithmen basierend auf Entscheidungsbäumen, etc.

Für die entsprechenden Algorithmen sollen analog zu unserem anderen Seminar Unterrichts-

module erstellt werden, welche die derzeitigen Lehrpläne ergänzen können. In den Vorträgen werden jeweils die mathematischen Grundlagen und ein entsprechendes didaktisches Konzept präsentiert.

Eine erste Vorbesprechung findet statt am Donnerstag, den 19.01.23, um 15 Uhr im Stefan Cohn-Vossen Raum des Mathematischen Instituts (Raum 313).

## Dr. Marc Christian Zimmermann

**Vorlesung** Codes, Designs und Energieprobleme (14722.0113)  
*Codes, Designs and Energy Problems*  
Do. 14-16  
im Seminarraum 1 Mathematik (Raum 005)  
**Bereich:** Diskrete Mathematik und Mathematische Optimierung  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
Mathematik: Master  
Wirtschaftsmathematik: Master  
Informatik: Master

**Übungen** Codes, Designs und Energieprobleme (14722.0114)  
*Codes, Designs and Energy Problems*  
Mo. 14-16  
im Seminarraum 1 Mathematik (Raum 005)  
**Bereich:** Diskrete Mathematik und Mathematische Optimierung  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
Mathematik: Master  
Wirtschaftsmathematik: Master  
Informatik: Master

Inhalt der **Vorlesung** sind Probleme der extremalen diskreten Geometrie die Vektor- bzw. Punktkonfigurationen in endlichen Vektorräumen, auf der Sphäre und im Euklidischen Raum betreffen.

Bei all diesen Problemen ist die Fragestellung zunächst ähnlich: Wie finden wir in dem von uns betrachteten Objekt (zum Beispiel auf der Oberfläche der Einheitskugel) eine Menge von Punkten, die bezüglich eines Qualitätsmaßstabes besonders gut verteilt sind. Ganz klassisch könnte dies ein Packungsproblem oder ein Überdeckungsproblem sein.

In der Regel sind diese Probleme nicht leicht zu lösen. Zwar mag man gute Kandidaten für eine optimale Konfiguration finden, der Nachweis, dass diese wirklich optimal ist, erfordert aber oft immensen Aufwand, oder ist in vielen Fällen gleich ein noch immer offenes Problem. Dafür sei stellvertretend zum Beispiel die vor kurzem erfolgte Lösung des Kugelpackungsproblem in den Dimensionen 8 und 24 durch Marina Viazovska et. al hervorgehoben, für welche sie im letzten Jahr mit der prestigeträchtigen Fieldsmedaille ausgezeichnet wurde.

Wir besprechen in der Vorlesung solche modernen Forschungserfolge der letzten Jahre aufbauend auf den Techniken der mathematischen Optimierung, insbesondere der linearen und semi-definiten Optimierung. Dabei interessieren uns neben solchen klassischen geometrischen Problemen, auch sogenannte Energieminimierungs und Polarisationsprobleme (welche in gewisser Weise als Verallgemeinerung von Packungs- und Überdeckungsproblemen aufgefasst werden können).

Voraussetzungen: Es werden gute Kenntnisse der Grundlagen aus Analysis und linearer Algebra, sowie gute Kenntnisse zur linearen und semi-definiten Programmierung (z.b. im Umfang der Vorlesungen "Einführung in die Mathematik des Operations Research" und "Konvexe Optimierung") benötigt. Darüber hinaus sind zumindest grundlegende Kenntnisse der Harmonischen Analysis (Fouriertransform) nützlich.

In den **Übungen** wird der Inhalt der Vorlesung vertieft.



## Prof. Dr. Sander Zwegers

- Vorlesung**      Elementare Zahlentheorie (14722.0017)  
*Elementary Number Theory*  
Di. 16-17.30, Fr. 10-11.30  
im Hörsaal Mathematik (Raum 203)  
**Bereich:** Algebra und Zahlentheorie  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
Mathematik:                      Bachelor  
Wirtschaftsmathematik:      Bachelor  
Lehramt:                              Bachelor
- Übungen**            Elementare Zahlentheorie (14722.0018)  
*Exercises on Elementary Number Theory*  
nach Vereinbarung  
mit Johann Stumpenhusen  
**Bereich:** Algebra und Zahlentheorie  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
Mathematik:                      Bachelor  
Wirtschaftsmathematik:      Bachelor  
Lehramt:                              Bachelor
- Seminar**            zur Zahlentheorie (14722.0050)  
*Seminar on Number Theory*  
Di. 14-15.30  
im Seminarraum 1 Mathematik (Raum 005)  
mit Johann Stumpenhusen  
**Bereich:** Algebra und Zahlentheorie  
**Belegungsmöglichkeiten:**  
Mathematik:                      Bachelor, Master  
Wirtschaftsmathematik:      Bachelor, Master  
Lehramt:                              Master
- Oberseminar**      Zahlentheorie und Modulformen (14722.0076)  
*Number Theory and Modular Forms*  
Mo. 14-15.30  
im Übungsraum 2, Gyrhofstraße  
mit Prof. Dr. Kathrin Bringmann
- Oberseminar**      Automorphe Formen (ABKLS) (14722.0077)  
*Automorphic Forms (ABKLS)*  
nach Vereinbarung  
alternierend in Aachen, Bonn, Köln, Lille und Siegen  
mit Prof. Dr. Kathrin Bringmann

Die Vorlesung **Elementare Zahlentheorie** liefert eine Einführung in die elementare Zahlentheorie. Unter anderem werden die folgenden Themen behandelt: Teilbarkeit, zahlentheoretische Funktionen, Kongruenzen, Primitivwurzeln, Primzahltests, quadratisches Reziprozitätsgesetz, Summen von Quadraten, Kettenbrüche.

#### **Literatur**

P. Bundschuh, Einführung in die Zahlentheorie (online über SpringerLink verfügbar)

K. Ireland und U. Rosen, A classical introduction to modern number theory

In den **Übungen** wird der Vorlesungsstoff vertieft und es werden Beispiele behandelt. Aktive Teilnahme an den Übungen ist unbedingt erforderlich.

Das Thema des **Seminars zur Zahlentheorie** ist Arithmetische Funktionen, nach dem Buch: P.J. McCarthy, Arithmetische Funktionen, Springer Spektrum, 2017.

Eine arithmetische oder zahlentheoretische Funktion ist eine Funktion, die jeder positiven natürlichen Zahl eine komplexe Zahl zuordnet. Diese Funktionen dienen in der Zahlentheorie dazu, Eigenschaften von natürlichen Zahlen, besonders deren Teilbarkeit, zu beschreiben und zu untersuchen. Im Seminar werden unter anderem die folgenden Themen behandelt: multiplikative Funktionen, die Faltung, Ramanujan-Summen, die Lösungsanzahl von Kongruenzen, Dirichlet-Reihen, die asymptotik arithmetischer Funktionen, usw.

Das Seminar ist sowohl für Bachelor- als auch für Masterstudierende geeignet. Es werden die Grundkenntnisse aus den Anfangssemestern vorausgesetzt.

Über die Anmeldung und die Seminarplatzvergabe informiert die Internetseite:

**Link** (<http://www.mi.uni-koeln.de/~szwegers/af.html>)

Im **Oberseminar Zahlentheorie und Modulformen** werden Forschungsergebnisse der Teilnehmer und externer Gäste vorgetragen.

Das **Oberseminar Automorphe Formen (ABKLS)** findet alternierend in Aachen, Bonn, Köln, Lille und Siegen nach Ankündigung als Blockveranstaltung statt.