



Technische  
Universität  
Braunschweig

---

# **Vorlesungsverzeichnis**

## **Data Science**

### **Master (MPO 2022)**

**Sommersemester 2023**

Gedruckt aus LSF am: 7.3.2023

---

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Inhaltsverzeichnis</b>   |           |
| <b>Master (MPO 2022)</b>  | <b>4</b>  |
| <b>Ramp Up Phase [10 LP]</b>  | <b>5</b>  |
| Ramp up Course Mathematics (Modulnr.: MAT-STD7-58)  | 6         |
| Ramp up Course Computer Science (2022) (Modulnr.: INF-STD2-04)                            | 8         |
| <b>Methoden und Konzepte der Informatik [25 LP]</b>                                       | <b>10</b> |
| Seminar Data Science (MPO 2021) (Modulnr.: INF-STD-99)                                    | 11        |
| Python Lab (Modulnr.: INF-MI-85)  | 14        |
| Deep Learning Lab (Modulnr.: ET-NT-75)  | 16        |
| Approximation Algorithms (MPO 2014) (Modulnr.: INF-ALG-27)                                | 17        |
| Information Retrieval und Web Search Engines (MPO 2021) (Modulnr.: INF-IS-69)             | 19        |
| Mustererkennung (Modulnr.: ET-NT-69)  | 21        |
| Grundlagen Maschinelles Lernen (Modulnr.: INF-ROB-37)                                     | 22        |
| <b>Methoden und Konzepte der Mathematik [25 LP]</b>                                       | <b>24</b> |
| Algorithms and complexity for quantum computing (2021) (Modulnr.: MAT-STD7-48)            | 25        |
| Discrete Optimization (2021) (Modulnr.: MAT-STD7-46)                                      | 27        |
| Fortgeschrittenenpraktikum (2021) (Modulnr.: MAT-STD7-44)                                 | 29        |
| Inverse problems (2021) (Modulnr.: MAT-STD7-43)   | 32        |
| Continuous Optimization in Data Science (2021) (Modulnr.: MAT-STD7-42)                    | 34        |
| Mathematisches Seminar (2021) (Modulnr.: MAT-STD7-40)                                     | 36        |
| Nonnegativity and polynomial optimization (2021) (Modulnr.: MAT-STD7-38)                  | 38        |
| Optimization in machine learning and data analysis 1 (2021) (Modulnr.: MAT-STD7-34)       | 40        |
| Risk and Extreme Value Theory (2021) (Modulnr.: MAT-STD7-33)                              | 42        |
| Introduction to Quantum Information Theory (Modulnr.: MAT-STD7-54)                        | 44        |
| <b>Data Science in Anwendungen [15-25 LP] - Biologie, Chemie und Pharmazie</b>            | <b>46</b> |
| CM-B-3 Aufklärung und Modellierung biologischer Strukturen (Modulnr.: CHE-STD2-68)        | 47        |
| (de) BB 31 Immunmetabolismus (BPO 2019) (en) BB 31 Immunmetabolism (Modulnr.: BL-STD3-59) | 49        |
| Netzwerkbiologie (Modulnr.: INF-MI-84)  | 51        |
| <b>Data Science in Anwendungen [15-25 LP] - Data Science in Engineering</b>               | <b>53</b> |
| Fundamentals of Turbulence Modeling (Modulnr.: MB-ISM-38)                                 | 54        |
| Grundlagen des Küsteningenieurwesens (Modulnr.: BAU-STD5-09)                              | 55        |
| Introduction to Finite Element Methods (Modulnr.: BAU-STD5-47)                            | 56        |
| Ökologische Modellierung (WS 2014/15) (Modulnr.: GEA-UA-13)                               | 57        |
| Grundlegende Messmethoden in der Strömungsmechanik (Modulnr.: MB-ISM-41)                  | 59        |

---

|   |           |
|---|-----------|
| Deep Learning in Remote Sensing (Modulnr.: BAU-STD5-86)                     | 61        |
| <b>Data Science in Anwendungen [15-25 LP] - Medizin</b>                     | <b>63</b> |
| <b>Data Science in Anwendungen [15-25 LP] - Signal and Image Processing</b> | <b>64</b> |
| Netzwerk-Informationstheorie (Modulnr.: ET-NT-65)                           | 65        |
| Digitale Signalverarbeitung (Modulnr.: ET-NT-77)                            | 68        |
| Grundlagen der Digitalen Signalverarbeitung (Modulnr.: ET-NT-76)            | 70        |
| Computer Vision und Machine Learning (Modulnr.: INF-CG-33)                  | 72        |
| Mathematical Image Processing (2021) (Modulnr.: MAT-STD7-30)                | 74        |
| Deep Learning in Remote Sensing (Modulnr.: BAU-STD5-86)                     | 76        |
| <b>Data Science in Anwendungen [15 LP] - Projektarbeit</b>                  | <b>78</b> |
| <b>Schlüsselqualifikationen und Ethik [5-15 LP]</b>                         | <b>79</b> |
| <b>Masterarbeit [30 LP]</b>   | <b>80</b> |

# Master (MPO 2022)

**Beschreibung:**

Data Science (MPO 2022)

**Studiendekan:**

Johns, Martin, Prof. Dr.

**Studienbeginn:**

WS und im SS

## **Ramp Up Phase [10 LP]**

# Ramp up Course Mathematics (Modulnr.: MAT-STD7-58)

**Leistungspunkte:**

10

**Workload:**

300 h

**SWS:**

6

**Anzahl Semester:**

1

**Qualifikationsziele:**

(de) Die Studierenden - kennen und verstehen die Mathematik, die für ein Masterstudium "Data Science" notwendig ist - verstehen die Methoden und Verfahren der Analysis, Algebra, Mathematische Optimierung, Diskreten Mathematik, Mathematischen Stochastik und Numerischen Mathematik und können diese anwenden (en) The students - know understand the underlying concepts of mathematics that are necessary for data science - understand the concepts of analysis, algebra, optimization, discrete mathematics, stochastics and numerics and are able apply them in the context of data science

**Inhalte:**

(de) - Einführung in die Data Science (2 Wochen) - gemeinsam mit RampUp Informatik - Algebra (2 Wochen) - Numerische Mathematik (2 Wochen) - Diskrete Mathematik (2 Wochen) - Analysis (2 Wochen) - Mathematische Stochastik (2 Wochen) - Kontinuierliche Optimierung (2 Wochen) (en) - Introduction to Data Science (2 weeks) - jointly with RampUp Computer Science - Algebra (2 weeks) - Numerics (2 weeks) - Discrete mathematics (2 weeks) - Analysis (2 weeks) - Stochastics (2 weeks) - Continuous optimization (2 weeks)

**Lernformen:**

(de) Vorlesung, Übung (en) Lecture, Exercises

**Prüfungsmodalitäten:**

(de) Prüfungsleistung: 1 unbenotete Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten) nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt. (en) Ungraded examination (Prüfungsleistung): 1 written exam (120 min.) according to examiner's specifications. The exact examination specifications will be announced at the beginning of the course.

**Literatur:**

(de/en) - Mathematics for machine learning, Deisenroth, Faisal, Ong, Cambridge University Press, available at <https://mml-book.com/> - Networks, Crowds, and Markets: Reasoning about a Highly Connected World, Easley, Kleinberg, Cambridge University Press, available at <https://www.cs.cornell.edu/home/kleinber/networks-book/networks-book.pdf>

**Modulverantwortlicher:**

Mathematik, Studiendekan

## Ramp up Course Mathematics

**Matthias Bollhöfer, Christian Kirches, Jens-Peter Kreiß, Dirk Lorenz, Nicole Mücke, Sebastian Stiller, Timo de Wolff**

**1294081**

Vorlesung

Beginn: 13.04.2023

Ende: 20.07.2023

wöchentlich

Do, 13:15 - 14:45 Uhr

Pockelsstraße 4 (4204)

4204.00.003 - PK 4.1

**Kommentar**

(de) - Einführung in die Data Science (2 Wochen) - gemeinsam mit RampUp Informatik - Algebra (2 Wochen) - Numerische Mathematik (2 Wochen) - Diskrete Mathematik (2 Wochen) - Analysis (2 Wochen) - Mathematische Stochastik (2 Wochen) - Kontinuierliche Optimierung (2 Wochen) (en) - Introduction to Data Science (2 weeks) - jointly with RampUp Computer Science - Algebra (2 weeks) - Numerics (2 weeks) - Discrete mathematics (2 weeks) - Analysis (2 weeks) - Stochastics (2 weeks) - Continuous optimization (2 weeks)

**Literatur**

(de/en) - Mathematics for machine learning, Deisenroth, Faisal, Ong, Cambridge University Press, available at <https://mml-book.com/> - Networks, Crowds, and Markets: Reasoning about a Highly Connected World, Easley, Kleinberg, Cambridge University Press, available at <https://www.cs.cornell.edu/home/kleinber/networks-book/networks-book.pdf>

Beginn: 18.04.2023

Ende: 18.07.2023

wöchentlich

Di, 09:45 - 11:15 Uhr

Schleinitzstraße 19 (4205)

4205.00.005 - SN 19.3

---

## Ramp up Course Mathematics

**Matthias Bollhöfer, Christian Kirches, Jens-Peter Kreiß, Dirk Lorenz, Nicole Mücke, Sebastian Stiller, Timo de Wolff**

**1294082**

Übung

Beginn: 18.04.2023

Ende: 18.07.2023

wöchentlich

Di, 13:15 - 14:45 Uhr

Schleinitzstraße 19 (4205)

4205.00.005 - SN 19.3

### **Kommentar**

(de) - Einführung in die Data Science (2 Wochen) - gemeinsam mit RampUp Informatik - Algebra (2 Wochen) - Numerische Mathematik (2 Wochen) - Diskrete Mathematik (2 Wochen) - Analysis (2 Wochen) - Mathematische Stochastik (2 Wochen) - Kontinuierliche Optimierung (2 Wochen)  
(en) - Introduction to Data Science (2 weeks) - jointly with RampUp Computer Science - Algebra (2 weeks) - Numerics (2 weeks) - Discrete mathematics (2 weeks) - Analysis (2 weeks) - Stochastics (2 weeks) - Continuous optimization (2 weeks)

### **Literatur**

(de/en) - Mathematics for machine learning, Deisenroth, Faisal, Ong, Cambridge University Press, available at <https://mml-book.com/> - Networks, Crowds, and Markets: Reasoning about a Highly Connected World, Easley, Kleinberg, Cambridge University Press, available at <https://www.cs.cornell.edu/home/kleinber/networks-book/networks-book.pdf>

# Ramp up Course Computer Science (2022) (Modulnr.: INF-STD2-04)

**Leistungspunkte:**

10

**Workload:**

300 h

**SWS:**

6

**Anzahl Semester:**

1

**Qualifikationsziele:**

(de) Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls haben die Studierenden ein grundlegendes Verständnis der zugrundeliegenden Konzepte der Informatik, die für Data Science notwendig sind. Sie sind in der Lage - Softwaresysteme für die Datenanalyse zu entwerfen und zu entwickeln - verteilte Analyseverfahren zu verstehen und zu implementieren - moderne Datenbanksysteme anzuwenden und zu betreiben - die Sicherheit und den Schutz von Daten zu bewerten und zu schützen Darüber hinaus haben die Studierenden einen allgemeinen Überblick über die Methoden der Data Science und deren Anwendungsgebiete. Sie kennen die allgemeinen Prinzipien und Prozesse von Data-Science-Projekten. (en) After successful completion of this module, students have a basic understanding of the underlying concepts of computer science that are necessary for data science. They are able to - design and develop software systems for data analysis - understand and implement distributed analysis processes - apply and operate modern database systems - evaluate and protect the security and privacy of data Further, students have a general overview of the methods of data science and the application areas. They know the general principles and processes of data science projects.

**Inhalte:**

(de) - Einführung in die Datenwissenschaft (2 Wochen) - gemeinsam mit RampUp Mathematics - Softwaretechnik (Schulze, 4 Wochen) - Datenbankmanagement (Balke, 4 Wochen) - Sicherheit und Datenschutz (Rieck, 2 Wochen) - Verteilte Systeme (N.N., 2 Wochen)  
 (en) - Introduction to Data Science (2 weeks) - jointly with RampUp Mathematics - Software engineering (Schulze, 4 weeks) - Database management (Balke, 4 weeks) - Security and privacy (Rieck, 2 weeks) - Distributed systems (N.N., 2 weeks)

**Lernformen:**

Lecture, Exercise

**Prüfungsmodalitäten:**

(de) Prüfungsleistung: 1 unbenotete Prüfungsleistung in Form einer Klausur (120 Minuten), oder eine mündliche Prüfung (30 Minuten) (en) Ungraded examination (Prüfungsleistung): 1 written exam (120 min.) or oral exam (30 minutes)

**Literatur:**

tba

**Modulverantwortlicher:**

Balke, Wolf-Tilo, Prof. Dr.

## Ramp up course Computer Science

**Wolf-Tilo Balke, Rüdiger Kapitzka, Konrad Rieck, Sandro Schulze, Florian Plötzky, Tobias Runge**
**4299019**

Vorlesung

Beginn: 10.04.2023

Ende: 17.07.2023

wöchentlich

Mo, 15:00 - 16:30 Uhr

Pockelsstraße 4 (4204)

4204.00.004 - PK 4.2

**Kommentar**

Learning objectives: After successful completion of this module, students have a basic understanding of the underlying concepts of computer science that are necessary for data science. They are able to - design and develop software systems for data analysis - understand and implement distributed analysis processes - apply and operate modern database systems - evaluate and protect the security and privacy of data Content: - Software engineering (Schaefer, 4 weeks) - Database management (Balke, 4 weeks) - Security and privacy (Rieck, 2 weeks) - Distributed systems (Kapitzka, 2 weeks)

**Literatur**

wird noch bekanntgegeben

Beginn: 14.04.2023

Ende: 21.07.2023

wöchentlich

Fr, 08:00 - 09:30 Uhr

Pockelsstraße 4 (4204)

4204.00.003 - PK 4.1



## Ramp up course Computer Science

Wolf-Tilo Balke, Rüdiger Kapitza, Konrad Rieck, Sandro Schulze, Florian Plötzky, Tobias Runge

4299020

Übung

Beginn: 14.04.2023

Ende: 21.07.2023

wöchentlich

Fr, 09:45 - 11:15 Uhr

Pockelsstraße 4 (4204)

4204.00.003 - PK 4.1

### Kommentar

Learning objectives: After successful completion of this module, students have a basic understanding of the underlying concepts of computer science that are necessary for data science. They are able to - design and develop software systems for data analysis - understand and implement distributed analysis processes - apply and operate modern database systems - evaluate and protect the security and privacy of data Content: - Software engineering (Schaefer, 4 weeks) - Database management (Balke, 4 weeks) - Security and privacy (Rieck, 2 weeks) - Distributed systems (Kapitza, 2 weeks)

### Literatur

wird noch bekanntgegeben

# Methoden und Konzepte der Informatik [25 LP]

## Seminar Data Science (MPO 2021) (Modulnr.: INF-STD-99)

**Leistungspunkte:**

5

**Workload:**

150 h

**SWS:**

3

**Anzahl Semester:**

1

**Qualifikationsziele:**

(DE) - Die Studierenden können sich selbstständig in ein wissenschaftliches Thema einarbeiten. - Sie können dieses Thema im Rahmen aufbereiten und in einer Präsentation vorstellen. - Die Studierenden beherrschen adäquate Präsentationstechniken und rhetorische Fähigkeiten. (EN) - The students are able to independently familiarize themselves with a scientific Topic. - They are able to prepare the topic and present it in an oral presentation. - The students are able to use adequate presentation technique and rhetorical skills.

**Inhalte:**

(DE) Die Lehrinhalte haben zwingend einen Bezug zu Themen des Data Science. Die konkreten Lehrinhalte im Seminar sind abhängig vom bearbeiteten Themengebiet und können in jedem Semester variieren. (EN) The course content has a mandatory relation to topics of data science. The concrete course content in the seminar depends on the subject area worked on and may vary each semester.

**Lernformen:**

(DE) Vortrag, zusätzlich schriftliche Ausarbeitung, oder multimediale Präsentation (EN) Lecture, additionally written report, or multimedia presentation

**Prüfungsmodalitäten:**

(DE) 1 Prüfungsleistung: Referat. (EN) graded work: Presentation.

**Literatur:**

**Modulverantwortlicher:**

Informatik, Studiendekan

## Seminar Theoretische Informatik (Master)

**Roland Meyer**

**4212054**

Seminar

wöchentlich

Mi, 15:00 - 18:15 Uhr

**Kommentar**

(DE) QUALIFIKATIONSZIELE: Die Studierenden werden befähigt, sich in ein spezielles Thema der Automatentheorie einzuarbeiten (Originalliteratur). Darüber hinaus sind Sie in der Lage, ein abgegrenztes Fachthema in Wort und Schrift verständlich zu präsentieren sowie darüber fachlich zu diskutieren. INHALTE: Gegenstand des Seminars sind Modelle der fortgeschrittenen Automatentheorie und ihre Analysealgorithmen. zum Beispiel: - omega-reguläre Sprachen - automatische Strukturen - Graphautomaten und Baumweite - wohlstrukturierte Transitionssysteme - Spiele und Synthese - zeitbehaltete Systeme - High-Order- Pushdown-System (EN) QUALIFICATION OBJECTIVES: Students will be able to get familiar with a special topic in automata theory (original literature). In addition, they will be able to present a defined specialized topic in a comprehensible manner, both orally and in writing, as well as to discuss it in a technical manner. CONTENTS: The subject of the seminar are models of advanced automata theory and their analysis algorithms. For example: - omega-regular languages - automatic structures - graph automata and treewidth - well-structured transition systems - games and synthesis - time-locked systems - high-order pushdown system

**Literatur**

Die Literaturquellen variieren, je nach Thema.

**Bemerkung**

(DE) Präsentation und schriftliche Ausarbeitung (EN) Presentation and written elaboration

## Seminar Computergraphik Master

**Marcus Magnor, Susana Castillo Alejandre, Sascha Fricke**

**4216021**

Seminar

**Kommentar**

(DE) Auch in diesem Semester werden im Seminar Computergraphik wieder aktuelle Forschungsergebnisse aus der Computergraphik diskutiert. Die Aufgabe der Teilnehmer ist es Forschungsberichte schriftlich aufzuarbeiten und diese in mündlichen Vorträgen in einem Blockseminar am Ende des Semesters zu präsentieren. (EN) The seminar computer graphics discusses current research results in computer graphics. The task of the participants is to summarize research reports in writing and to present them in oral presentations in a block seminar at the end of the semester.

**Seminar Computer Vision (Master)****Martin Eisemann, Steve Grogorick****4216032**

Seminar

Beginn: 13.04.2023

Ende: 20.07.2023

wöchentlich

Do, 15:00 - 16:30 Uhr

**Kommentar**

Qualifikationsziele: Die Studierenden sind nach erfolgreichem Abschluss in der Lage, sich selbstständig in ein vertiefendes Thema der Computer Vision einzuarbeiten, dieses schriftlich aufzuarbeiten und in einem Vortrag zu präsentieren. Dabei sind sie in der Lage, Gutachten für die Arbeiten anderer Studierender zu erstellen und Gutachten anderer Studierender zur Verbesserung der eigenen Arbeit und des eigenen Vortrags einzuarbeiten. Inhalte: Das Seminar behandelt unterschiedliche Themen aus dem Bereich der Computer Vision, Bild- und Videoverarbeitung. Qualification Objectives After successfully passing this course, the students will be able to familiarize themselves independently with an in-depth topic of computer vision, to work on this in writing and to present it in a lecture. They will be able to prepare reports for other students works and to include other students reports on their own work and lecture to improve it. CONTENT: The seminar deals with different topics in the area of computer vision, image and video processing.

**Literatur**

Die Literaturquellen variieren, je nach gewähltem Thema.

**Bemerkung**

Dieses Seminar ist geöffnet für Studierende der Informatik, der Informations-Systemtechnik und der Wirtschaftsinformatik.

**Seminar Medizinische Informatik für MSc-Studierende****Thomas Deserno****4217027**

Seminar

**Kommentar**

(DE) Die Themen des Seminars werden zu jedem Semester aktualisiert. (EN) The topics of the seminar will be updated each semester.

**Bemerkung**

Bitte auf die allgemeine Seminarplatzvergabe achten!

**Seminar Data Science in Biomedicine (M.Sc.)****Tim Kacprowski****4217064**

Seminar

**Kommentar**

After successful completion of this course, students will have the competence to understand state-of-the-art biomedical data science analysis and will be able to assess and evaluate corresponding studies from a data science perspective. Importantly, they will gain a domain-specific understanding and will be able to assess the applicability of data science techniques to specific biomedical problems as well as to interpret results of such analysis from a biomedical perspective. Students will also have the competence to critically assess scientific papers and give scientific presentations including discussions. The seminar topics will cover methodological basis of data science and current topics in the field. A focus will be on the application of general data science approaches to

specific biomedical problems. Additionally, students will learn how to prepare and deliver scientific presentations, how to summarize and assess scientific texts, and how to conduct literature search.

**Literatur**

t.b.a.

## **Seminar Algorithmik**

**Sándor Fekete**

**4227029**

Seminar

# Python Lab (Modulnr.: INF-MI-85)

**Leistungspunkte:**

5

**Workload:**

150 h

**SWS:**

4

**Anzahl Semester:**

1

**Qualifikationsziele:**

After successful completion of this module, students will have the competence to apply Python for designing and implementing small to medium software projects and analytic workflows with a focus on statistics and machine learning. During an interactive learning phase during which the students will be able to apply common packages such as scikit-learn, and they will be able to synthesize analysis workflows for diverse data science questions. These workflows will be presented and discussed in a mini-conference among the students. After the mini-conference, students will form small teams to develop data science software tools which will be presented during the closing event. They will gain the competence to critically evaluate machine learning workflows.

**Inhalte:**

- Introduction to Python - Introduction to explorative data analysis in Python - Statistical data analysis - Unsupervised machine learning - Supervised machine learning - Critical assessment of machine learning

**Lernformen:**

Practical work, Colloquium / Mini-Conference

**Prüfungsmodalitäten:**

1 Studienleistung: Team-based development and documentation of a data science software tool

**Literatur:**

wird noch bekanntgegeben

**Modulverantwortlicher:**

Kacprowski, Tim, Prof. Dr.

## Python Lab

Tim Kacprowski

4217059

Praktikum

**Kommentar**

Learning Objectives: After successful completion of this module, students will have the competence to apply Python for designing and implementing small to medium software projects and analytic workflows with a focus on statistics and machine learning. During an interactive learning phase during which the students will be able to apply common packages such as scikit-learn, and they will be able to synthesize analysis workflows for diverse data science questions. These workflows will be presented and discussed in a mini-conference among the students. After the mini-conference, students will form small teams to develop data science software tools which will be presented during the closing event. They will gain the competence to critically evaluate machine learning workflows.

Content: - Introduction to Python - Introduction to explorative data analysis in Python - Statistical data analysis - Unsupervised machine learning - Supervised machine learning - Critical assessment of machine learning

**Literatur**

wird noch bekanntgegeben

**Bemerkung**

expected performance: 1 Studienleistung: Team-based development and documentation of a data science software tool.

## Python Lab

Tim Kacprowski

4217060

## Kolloq

**Kommentar**

Learning Objectives: After successful completion of this module, students will have the competence to apply Python for designing and implementing small to medium software projects and analytic workflows with a focus on statistics and machine learning. During an interactive learning phase during which the students will be able to apply common packages such as scikit-learn, and they will be able to synthesize analysis workflows for diverse data science questions. These workflows will be presented and discussed in a mini-conference among the students. After the mini-conference, students will form small teams to develop data science software tools which will be presented during the closing event. They will gain the competence to critically evaluate machine learning workflows.

Content: - Introduction to Python - Introduction to explorative data analysis in Python - Statistical data analysis - Unsupervised machine learning - Supervised machine learning - Critical assessment of machine learning

**Literatur**

wird noch bekanntgegeben

**Bemerkung**

expected performance: 1 Studienleistung: Team-based development and documentation of a data science software tool.

---

## Deep Learning Lab (Modulnr.: ET-NT-75)

### Deep Learning Lab

Tim Fingscheidt, Jasmin Breitenstein, Marvin Klingner

2424109

Praktikum

**Literatur**

- R.O. Duda, P.E. Hart, D.G. Stork: Pattern Classification, Wiley, 2001 - C.M. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006 - I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville: Deep Learning, MIT Press, 2016

**Bemerkung**

Sprache: Deutsch oder Englisch

### Deep Learning Lab

Tim Fingscheidt, Jasmin Breitenstein, Marvin Klingner

2424110

Kolloq

**Kommentar**

(DE) Die Ergebnisse der ersten und zweiten Praxisphase des Deep Learning Labs werden in einem Kolloquium mit den betreuenden Mitarbeitern besprochen. Die Systeme der Deep Learning Challenge werden in kurzen Präsentationen vor den anderen Gruppen und ggfs. Vertretern der datengebenden Unternehmen in einer Abschlussveranstaltung vorgestellt. (EN) The results of the first and second praxis phases will be reviewed in a colloquium with the supervising assistants. The systems of the Deep Learning Challenge are presented in a closing event to the other groups, and possibly to representatives of the companies that provided data for the challenge.

**Literatur**

- R.O. Duda, P.E. Hart, D.G. Stork: Pattern Classification, Wiley, 2001 - C.M. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006 - I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville: Deep Learning, MIT Press, 2016

**Bemerkung**

Sprache: Deutsch oder Englisch



# Approximation Algorithms (MPO 2014) (Modulnr.: INF-ALG-27)

**Leistungspunkte:**

5

**Workload:**

150 h

**SWS:**

4

**Anzahl Semester:**

1

**Qualifikationsziele:**

(DE) Die Absolventen dieses Moduls kennen die Notwendigkeit und Berechtigung von Approximationsalgorithmen. Sie beherrschen die wichtigsten Techniken zur Analyse der Komplexität von Algorithmen und zum Entwurf von Approximationsmethoden, einschließlich des Beweises oberer und unterer Schranken. (EN) Participants know the necessity and role of approximation algorithms. They can master the most important techniques for analysis and complexity of approximation algorithms for designing, including the validity of upper and lower bounds.

**Inhalte:**

(DE) - NP-Vollständigkeit - Approximationsbegriff - Vertex Cover - Set Cover - Scheduling - Packprobleme - Geometrische Probleme - Fallstudien aus der aktuellen Forschung (EN) - A basic introduction to NP-completeness and approximation - Approximation for vertex and set cover - Packing problems - Tour problems and variations - Current research problems In the context of various problems, a wide spectrum of techniques and concepts will be provided.

**Lernformen:**

(DE) Vorlesung und Übung (EN) Lectures and Exercises

**Prüfungsmodalitäten:**

(DE) 1 Studienleistung: 50% der Übungen müssen bestanden sein 1 Prüfungsleistung: Klausur, 120 Minuten, oder mündliche Prüfung, 30 Minuten. Prüfungsform ist abhängig von der Teilnehmerzahl und wird zu Beginn der Vorlesung bekanntgegeben. (EN) graded work: written exam (120 minutes) or oral exam (30 minutes) non-graded work: 50% of the exercises must be passed

**Literatur:**

- Vijay V. Vazirani: Approximation Algorithms. 1st edition. Springer Verlag, 2001. - Dorit Hochbau: Approximation Algorithms for NP-hard Problems. Course Technology Inc, 1996.

**Modulverantwortlicher:**

Fekete, Sándor, Prof. Dr.

## Approximation Algorithms

**Sándor Fekete**

**4227048**

Vorlesung

**Kommentar**

(DE) Qualifikationsziele: Die Absolventen dieses Moduls kennen die Notwendigkeit und Berechtigung von Approximationsalgorithmen. Sie beherrschen die wichtigsten Techniken zur Analyse der Komplexität von Algorithmen und zum Entwurf von Approximationsmethoden, einschließlich des Beweises oberer und unterer Schranken. Inhalte: - NP-Vollständigkeit - Approximationsbegriff - Vertex Cover - Set Cover - Scheduling - Packprobleme - Geometrische Probleme - Fallstudien aus der aktuellen Forschung (EN) Participants know the necessity and role of approximation algorithms. They can master the most important techniques for analysis and complexity of approximation algorithms for designing, including the validity of upper and lower bounds. - A basic introduction to NP-completeness and approximation - Approximation for vertex and set cover - Packing problems - Tour problems and variations - Current research problems In the context of various problems, a wide spectrum of techniques and concepts will be provided.

**Literatur**

- Vijay V. Vazirani: Approximation Algorithms. 1st edition. Springer Verlag, 2001. - Dorit Hochbau: Approximation Algorithms for NP-hard Problems. Course Technology Inc, 1996.

**Bemerkung**

Start Sommersemester 2009



# Information Retrieval und Web Search Engines (MPO 2021) (Modulnr.: INF-IS-69)

**Leistungspunkte:**

5

**Workload:**

150 h

**SWS:**

3

**Anzahl Semester:**

1

**Qualifikationsziele:**

(DE) Information Retrieval Techniken spielen nicht nur in Web Search Engines, sondern in allen dokumenten-zentrierten Anwendungen eine zentrale Rolle. Studierende können verschiedene Techniken, ihre typischen Anwendungsbereiche und Beschränkungen, sowie ihre Vor- und Nachteile verstehen. Sie können die richtigen Techniken für das jeweilige praktische Problem auswählen und im jeweiligen Anwendungskontext kritisch reflektieren. (EN) Information retrieval techniques play a central role not only in Web search engines, but in all kinds of document-centric applications. Students need to understand different techniques, their typical application areas and limitations, as well as their advantages and disadvantages. They are enabled to choose the right techniques for the respective practical problem and to critically reflect their use in the respective application context.

**Inhalte:**

(DE) - Strukturierte vs. unstrukturierte Daten - Textbasiertes Retrieval, probabilistische, Fuzzy- und Vektorraum-Modelle - Bewertung von Retrievaleffektivität, Precision-Recall-Analyse - Architektur von Web-Informationssystemen und Suchmaschinen - Struktur des WWW, Web-Crawling und Text-Indexing - Informationsanfragen und Navigationsanfragen, Ontologien - Suchbegriffsmetriken und Linkmetriken, Page-Rank, HITS, etc. (EN) The module gives an introduction to Web Information Retrieval with particular emphasis on the algorithms and technologies used in the modern search engines. It covers an introduction to traditional text IR, including Boolean retrieval, vector space model as well as tolerant retrieval. Afterwards, the technical basics of Web IR are discussed, starting with a Web size estimation and duplicate detection followed by link analysis and crawling. This leads on to the study of the modern search engine evaluation methods and various test collections. Finally, applications of classification and clustering in the IR domain are discussed. During the module the theoretical basis is illustrated by examples of modern search systems, such as Google, Bing, Yahoo!, etc. In particular, - Structured vs. unstructured data - Text retrieval, probabilistic, fuzzy- and vector space models - Assessment of retrieval quality, precision-recall analysis - Architecture of Web information systems and search engines - Structure of the WWW, Web crawling and indexing - Document clustering and ontologies for search - Text and link metrics, Page-Rank, HITS, etc.

**Lernformen:**

(DE) Vorlesung und Übung (EN) Lecture and Exercises

**Prüfungsmodalitäten:**

(DE)1 Prüfungsleistung: Klausur, 90 Minuten oder mündliche Prüfung, etwa 30 Minuten 1 Studienleistung: 50% der Übungen müssen bestanden sein (EN)graded work: written exam (90 minutes) or oral exam (30 minutes) non-graded work:50% of the exercises must be passed

**Literatur:**

- Christopher D. Manning, Prabhakar Raghavan, Hinrich Schütze: Introduction to Information Retrieval. Cambridge University Press, 2008. <http://www.informationretrieval.org> - Ricardo Baeza-Yates, Berthier Ribeiro-Neto: Modern Information Retrieval. Addison-Wesley, 1999. - Richard K. Belew: Finding Out About: A Cognitive Perspective on Search Engine Technology and the WWW. Cambridge University Press, 2000. - Cornelis Joost van Rijsbergen: Information Retrieval. Butterworths, second edition, 1979. <http://www.dcs.gla.ac.uk/Keith/Preface.html>

**Modulverantwortlicher:**

Balke, Wolf-Tilo, Prof. Dr.

## Information Retrieval und Web Search Engines

**Wolf-Tilo Balke**

**4214043**

Vorlesung

Beginn: 12.04.2023

Ende: 19.07.2023

wöchentlich

Mi, 09:45 - 11:15 Uhr

Mühlenpfordtstraße 23 (4103)

4103.01.161 - IZ 161

**Kommentar**

(DE) Qualifikationsziele: Die Studierenden besitzen nach Abschluss dieses Moduls grundlegende Kenntnisse auf den Gebieten des Information Retrieval und der Web Search Engines. Inhalte: - Strukturierte vs. unstrukturierte Daten - Textbasiertes Retrieval, probabilistische, Fuzzy- und Vektorraum-Modelle - Bewertung von Retrievaleffektivität, Precision-Recall-Analyse - Architektur von Web-Informationssystemen und Suchmaschinen - Struktur des WWW, Web-Crawling und Text-

Indexing - Informationsanfragen und Navigationsanfragen, Ontologien - Suchbegriffsmetriken und Linkmetriken, Page-Rank, HITS, etc. (EN) The module gives an introduction to Web Information Retrieval with particular emphasis on the algorithms and technologies used in the modern search engines. It covers an introduction to traditional text IR, including Boolean retrieval, vector space model as well as tolerant retrieval. Afterwards, the technical basics of Web IR are discussed, starting with a Web size estimation and duplicate detection followed by link analysis and crawling. This leads on to the study of the modern search engine evaluation methods and various test collections. Finally, applications of classification and clustering in the IR domain are discussed. During the module the theoretical basis is illustrated by examples of modern search systems, such as Google, Bing, Yahoo!, etc. In particular, - Structured vs. unstructured data - Text retrieval, probabilistic, fuzzy- and vector space models - Assessment of retrieval quality, precision-recall analysis - Architecture of Web information systems and search engines - Structure of the WWW, Web crawling and indexing - Document clustering and ontologies for search - Text and link metrics, Page-Rank, HITS, etc.

**Literatur**

wird in der Vorlesung bekanntgegeben

## Information Retrieval und Web Search Engines

**Wolf-Tilo Balke**

**4214044**

Übung

Beginn: 12.04.2023

Ende: 19.07.2023

wöchentlich

Mi, 11:30 - 12:15 Uhr

Mühlenpfordtstraße 23 (4103)

4103.01.161 - IZ 161

**Kommentar**

(DE) Qualifikationsziele: Die Studierenden besitzen nach Abschluss dieses Moduls grundlegende Kenntnisse auf den Gebieten des Information Retrieval und der Web Search Engines. Inhalte: - Strukturierte vs. unstrukturierte Daten - Textbasiertes Retrieval, probabilistische, Fuzzy- und Vektorraum-Modelle - Bewertung von Retrievaleffektivität, Precision-Recall-Analyse - Architektur von Web-Informationssystemen und Suchmaschinen - Struktur des WWW, Web-Crawling und Text-Indexing - Informationsanfragen und Navigationsanfragen, Ontologien - Suchbegriffsmetriken und Linkmetriken, Page-Rank, HITS, etc. (EN) The module gives an introduction to Web Information Retrieval with particular emphasis on the algorithms and technologies used in the modern search engines. It covers an introduction to traditional text IR, including Boolean retrieval, vector space model as well as tolerant retrieval. Afterwards, the technical basics of Web IR are discussed, starting with a Web size estimation and duplicate detection followed by link analysis and crawling. This leads on to the study of the modern search engine evaluation methods and various test collections. Finally, applications of classification and clustering in the IR domain are discussed. During the module the theoretical basis is illustrated by examples of modern search systems, such as Google, Bing, Yahoo!, etc. In particular, - Structured vs. unstructured data - Text retrieval, probabilistic, fuzzy- and vector space models - Assessment of retrieval quality, precision-recall analysis - Architecture of Web information systems and search engines - Structure of the WWW, Web crawling and indexing - Document clustering and ontologies for search - Text and link metrics, Page-Rank, HITS, etc.

# Mustererkennung (Modulnr.: ET-NT-69)

## Mustererkennung

Tim Fingscheidt, Björn Möller, Jonas-Lars Sitzmann

2424102

Vorlesung

Beginn: 18.04.2023

Ende: 18.07.2023

wöchentlich

Di, 13:15 - 14:45 Uhr

Schleinitzstraße 22 (4101)

4101.04.401 - SN 22.1

### Kommentar

Es werden Kenntnisse grundlegender Methoden und Algorithmen zur Klassifikation von Daten vermittelt und die wesentlichen daraus entwickelten Verfahren vorgestellt. Grundlegende Fähigkeiten zur Auswahl von Mustererkennungsverfahren, sowie zu ihrem Entwurf und ihrer Bewertung werden erworben. - Bayessche Entscheidungsregel - Qualitätsmaße der Mustererkennung - Überwachtes Lernen mit parametrischen Verteilungen - Überwachtes Lernen mit nicht-parametrischen Verteilungen, Klassifikation - Lineare Trennfunktionen, einschichtiges Perzeptron - Support-Vektor-Maschinen (SVMs) - Mehrschichtiges Perzeptron, neuronale Netze (NNs) - Boosting-Methoden - Nicht-überwachtes Lernen, Clusteringverfahren Hinweis: Für die Mustererkennung mittels Hidden-Markov-Modellen (HMMs) wird ein separates vertiefendes Modul ? Sprachdialogsysteme (Spoken Language Processing)? ET-NT-54 im Sommersemester angeboten.

### Literatur

- R.O. Duda, P.E. Hart, D.G. Stork: Pattern Classification, Wiley, 2001 - C.M. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006

### Bemerkung

Ab dem Sommersemester 2020 wird die Vorlesung Mustererkennung jedes Semester angeboten. Im Sommersemester als "Pattern Recognition" in Englisch und im Wintersemester als "Mustererkennung" in Deutsch.

## Mustererkennung

Tim Fingscheidt, Björn Möller, Jonas-Lars Sitzmann

2424103

Seminar

Beginn: 22.07.2023

Ende: 22.07.2023

Einzeltermin

Sa, 08:00 - 18:00 Uhr

### Kommentar

Die in der Vorlesung "Mustererkennung" erlangten Kenntnisse werden aus der Perspektive einer Anwendung wiederholt und vertiefte Fähigkeiten zur Auswahl von Mustererkennungsverfahren, sowie zu ihrem Entwurf und ihrer Bewertung werden erworben. - Bayessche Entscheidungsregel - Qualitätsmaße der Mustererkennung - Überwachtes Lernen mit parametrischen Verteilungen - Überwachtes Lernen mit nicht-parametrischen Verteilungen, Klassifikation - Lineare Trennfunktionen, einschichtiges Perzeptron - Support-Vektor-Maschinen (SVMs) - Mehrschichtiges Perzeptron, neuronale Netze (NNs) - Boosting-Methoden - Nicht-überwachtes Lernen, Clusteringverfahren

### Literatur

- Vorlesungsfolien - R.O. Duda, P.E. Hart, D.G. Stork: Pattern Classification, Wiley, 2001 - C.M. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006

### Bemerkung

Das Seminar wird als Blockseminar gegen Ende des Semesters durchgeführt. Der Termin wird in der Vorlesung bekannt gegeben. Weitere Informationen sind der Webseite des Instituts für Nachrichtentechnik zu entnehmen. Ab dem Sommersemester 2020 wird das Seminar Mustererkennung jedes Semester angeboten. Im Sommersemester als "Pattern Recognition" in Englisch und im Wintersemester als "Mustererkennung" in Deutsch.

# Grundlagen Maschinelles Lernen (Modulnr.: INF-ROB-37)

**Leistungspunkte:**

5

**Workload:**

150 h

**SWS:**

4

**Anzahl Semester:**

1

**Qualifikationsziele:**

(DE) Die Studierenden erwerben die Kompetenz, ein maschinelles Lernproblem zu analysieren, zu formalisieren, ein geeignetes Verfahren auszuwählen und hinsichtlich seiner Leistungsfähigkeit zu beurteilen. In den Übungen wird das Gelernte vertieft und praktisch, auch in Form von Programmieraufgaben, angewendet. (EN) With successful completion of the module, the students possess the following knowledge and capabilities. They are able to - understand and correctly apply basic concepts of machine learning - analyse and formalize a machine learning problem - distinguish between typical machine learning methods - select a suitable method for a learning problem - compare and judge machine learning methods wrt their capacity - implement machine learning methods and apply them practically apply and parametrise respective tools - judge strength and weaknesses of machine learning in applications - recognize ethical issues in the application of machine learning

**Inhalte:**

(DE) Grundlegende Prinzipien und Theorien des Maschinellen Lernens und die zugrundeliegenden mathematischen und statistischen Verfahren werden eingeführt sowie Lernprobleme formalisiert. Wichtige grundlegende Begriffe Konzepte und Verfahren werden behandelt, insbesondere zur Regression, darunter etwa: - Modellauswahl, Bias vs. Parameteroptimierung - Training, Test und Validierung - Generalisierung, Overfitting, Regularisierung - Lineare Regression, Generalisierte Linear Modelle - Schätzer, Erwartungstreue, Varianz - Konzeptlernen, Entscheidungsbäume - Lazy Learning - Gaussian Mixtures, Gaussian Mixture Regression - Unified Regression Models (EN) Fundamental principles and theories of machine learning and the underlying mathematical and statistical methods are introduced and learning problems are formalized. Important fundamental terminology, concepts and methods are treated, in particular for regression, among those are - model selection, machine learning bias vs. parameter optimization - training, test and validation - generalization, overfitting, regularization - linear regression, generalized linear models - non-linear models, neural networks - classification - estimation, unbiased minimal variance estimators - concept learning, decision trees, random forests - methods of lazy learning - unsupervised learning - Gaussian mixtures, Gaussian mixture regression - Unified Regression Model

**Lernformen:**

(DE) Vorlesung, Übung (EN) lecture and Exercise, Programming Tasks

**Prüfungsmodalitäten:**

(DE) 1 Prüfungsleistung: mündliche Prüfung (20-30 Minuten) oder eine Klausur (90 Minuten) (EN) - Graded work (examination) - Written exam (90 minutes) or oral exam (30 minutes)

**Literatur:**

Bishop, Pattern Recognition & Machine Learning, Springer, 2006 Mitchell, Machine Learning, McGraw-Hill, 1997 (DE) Vorlesungsskripte weiteres wird in der Vorlesung nach Bedarf bekanntgegeben (EN) script or slides, further references will be announced in the course

**Modulverantwortlicher:**

Steil, Jochen, Prof. Dr.

## Grundlagen Maschinelles Lernen

Jochen Steil, Heiko Donat

4215052

Vorlesung

Beginn: 11.04.2023

Ende: 18.07.2023

wöchentlich

Di, 08:00 - 09:30 Uhr

Schleinitzstraße 19 (4205)

4205.00.005 - SN 19.3

**Kommentar**

(DE) Qualifikationen/Kompetenzen: Die Studierenden erwerben die Kompetenz, ein maschinelles Lernproblem zu analysieren, zu formalisieren, ein geeignetes Verfahren auszuwählen und hinsichtlich seiner Leistungsfähigkeit zu beurteilen. In den Übungen wird das Gelernte vertieft und praktisch, auch in Form von Programmieraufgaben, angewendet. Inhalte: Grundlegende Prinzipien und Theorien des Maschinellen Lernens und die zugrundeliegenden mathematischen und statistischen Verfahren werden eingeführt sowie Lernprobleme formalisiert. Wichtige grundlegende Begriffe Konzepte und Verfahren werden behandelt, insbesondere zur Regression, darunter etwa: - Modellauswahl, Bias vs. Parameteroptimierung - Training, Test und Validierung - Generalisierung, Overfitting, Regularisierung - Lineare Regression, Generalisierte Linear Modelle - Schätzer, Erwartungstreue, Varianz - Konzeptlernen, Entscheidungsbäume - Lazy Learning - Gaussian Mixtures, Gaussian Mixture Regression - Unified Regression Models (EN) Qualification Goals:

With successful completion of the module, the students possess the following knowledge and capabilities. They are able to - understand and correctly apply basic concepts of machine learning - analyse and formalize a machine learning problem - distinguish between typical machine learning methods - select a suitable method for a learning problem - compare and judge machine learning methods wrt their capacity - implement machine learning methods and apply them practically apply and parametrise respective tools - judge strength and weaknesses of machine learning in applications - recognize ethical issues in the application of machine learning TOPICS: Fundamental principles and theories of machine learning und the underlying mathematical and statistical methods are introduced and learning problems are formalized. Important fundamental terminology, concepts and methods are treated, in particular for regression, among those are - model selection, machine learning bias vs. parameter optimization - training, test and validation - generalization, overfitting, regularization - linear regression, generalized linear models - non-linear models, neural networks - classification - estimation, unbiased minimal variance estimators - concept learning, decision trees, random forests - methods of lazy learning - unsupervised learning - Gaussian mixtures, Gaussian mixture regression - Unified Regression Model

**Literatur**

Bishop, Pattern Recognition & Machine Learning, Springer, 2006 Mitchell, Machine Learning, McGraw-Hill1997 Vorlesungsskripte, weiteres wird in der Vorlesung nach Bedarf bekanntgegeben

**Bemerkung**

Das Modul ist komplementär, aber vorbereitend nützlich zum Mastermodul Mustererkennung. Teilnahme wird nicht vor dem 4. Semester empfohlen.

## Grundlagen Maschinelles Lernen

**Heiko Donat**

**4215053**

Übung

Beginn: 14.04.2023

Ende: 14.07.2023

wöchentlich

Fr, 08:00 - 09:30 Uhr

Schleinitzstraße 19 (4205)

4205.00.003 - SN 19.4

**Kommentar**

(DE) In den Übungen wird das Gelernte vertieft und praktisch, auch in Form von Programmieraufgaben, angewendet. (EN) In the exercises, the content is deepened practically and also applied practically in the form of programming tasks.

**Literatur**

Bishop, Pattern Recognition & Machine Learning, Springer, 2006 Mitchell, Machine Learning, McGraw-Hill1997 Vorlesungsskripte, weiteres wird in der Vorlesung nach Bedarf bekanntgegeben

# Methoden und Konzepte der Mathematik [25 LP]



# Algorithms and complexity for quantum computing (2021) (Modulnr.: MAT-STD7-48)

**Leistungspunkte:**

5

**Workload:**

150 h

**SWS:**

3

**Anzahl Semester:**

1

**Qualifikationsziele:**

(de) Die Studierenden - verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung - verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden - können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren - beherrschen die Grundlagen zum Verständnis der Funktionsweise von Quantencomputern - kennen die algorithmischen Anwendungen dieser Funktionsweisen - kennen und verstehen die Bedeutung von Quantencomputermodellen für die Theorie der Berechenbarkeit (en) The students - understand the of the complex links between their previous mathematical knowledge and the contents of the lecture - understand the theoretical body of the lecture as a whole and master the corresponding methods - are able to analyze and apply the methods of the lecture - master the fundamentals to understand the model of a quantum computer - know the algorithmic applications of this model - know and understand the quantum computer model in light of the theory complexity

**Inhalte:**

(de) - Mathematische und physikalische Grundlagen für Quantencomputer - Rechnermodell für Quantencomputer - Wichtige Algorithmen für Quantenrechnermodelle - Zusammenhang von Berechenbarkeit und Quantencomputern (en) - Fundamentals from mathematics and physics for quantum computers - Computational model for quantum computers - Central algorithms for the quantum computer model - Relation to complexity

**Lernformen:**

(de) Vorlesung, Übung (en) Lecture, Exercise

**Prüfungsmodalitäten:**

(de) Prüfungsleistung: 1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur oder mündlichen Prüfung nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Studienleistung: 1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt. (en) Graded examination (Prüfungsleistung): 1 written exam or oral exam according to examiner's specifications. Non-graded coursework (Studienleistung): Homework according to examiner's specifications. The exact examination specifications will be announced at the beginning of the course.

**Literatur:**

(de) wird in der Veranstaltung bekannt gegeben (en) will be announced in the lecture

**Modulverantwortlicher:**

Mathematik, Studiendekan

## Algorithmen und Komplexität für Quantencomputer

**Sebastian Stiller**

**1295005**

Vorlesung

Beginn: 18.04.2023

Ende: 18.07.2023

wöchentlich

Di, 09:45 - 11:15 Uhr

Universitätsplatz 2 (4201)

4201.03.315 - PK 14.315 (ehem. PK 14.3)

**Kommentar**

Inhalte/Contents (de) - Mathematische und physikalische Grundlagen für Quantencomputer - Rechnermodell für Quantencomputer - Wichtige Algorithmen für Quantenrechnermodelle - Zusammenhang von Berechenbarkeit und Quantencomputern (en) - Fundamentals from mathematics and physics for quantum computers - Computational model for quantum computers - Central algorithms for the quantum computer model - Relation to complexity

**Literatur**

(de) wird in der Veranstaltung bekannt gegeben (en) will be announced in the lecture

**Bemerkung**

(de) Es werden Kenntnisse in "Lineare und Kombinatorische Optimierung" oder in "Diskrete Optimierung" vorausgesetzt. (en) Mathematical knowledge in "Lineare und Kombinatorische Optimierung" or in "Diskrete Optimierung" is required.

---

## Algorithmen und Komplexität für Quantencomputer

**Sebastian Stiller**

**1295006**

Übung

Beginn: 12.04.2023

Ende: 19.07.2023

wöchentlich

Mi, 08:00 - 09:30 Uhr

Universitätsplatz 2 (4201)

4201.03.315 - PK 14.315 (ehem. PK 14.3)

**Kommentar**

Inhalte/Contents (de) - Mathematische und physikalische Grundlagen für Quantencomputer

- Rechenmodell für Quantencomputer - Wichtige Algorithmen für Quantenrechnermodelle

- Zusammenhang von Berechenbarkeit und Quantencomputern (en) - Fundamentals from mathematics and physics for quantum computers - Computational model for quantum computers -

Central algorithms for the quantum computer model - Relation to complexity

**Literatur**

(de) wird in der Veranstaltung bekannt gegeben (en) will be announced in the lecture

**Bemerkung**

(de) Es werden Kenntnisse in "Lineare und Kombinatorische Optimierung" oder in "Diskrete Optimierung" vorausgesetzt. (en) Mathematical knowledge in "Lineare und Kombinatorische Optimierung" or in "Diskrete Optimierung" is required.

# Discrete Optimization (2021) (Modulnr.: MAT-STD7-46)

**Leistungspunkte:**

10

**Workload:**

300 h

**SWS:**

6

**Anzahl Semester:**

1

**Qualifikationsziele:**

(de) Die Studierenden - verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung - verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden - können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren - kennen und verstehen kombinatorische und diskrete Optimierungsprobleme - verstehen die Begriffe und Ergebnisse der Komplexitätstheorie - verstehen die wichtigen Sätze, Beweise und Verfahren der diskreten und kombinatorischen Optimierung und können diese anwenden und analysieren - kennen und verstehen allgemeine algorithmischer Prinzipien und Problemstrukturen - können Algorithmen für Anwendungen entwerfen, anwenden und analysieren, insbesondere für NP-schwere Probleme (en) The students - understand the of the complex links between their previous mathematical knowledge and the contents of the lecture - understand the theoretical body of the lecture as a whole and master the corresponding methods - are able to analyze and apply the methods of the lecture - know and understand combinatorial and discrete optimization problems - understand the notions and results of theory of complexity - understand the important theorems, proofs and procedures of discrete and combinatorial optimization and are able to apply and analyze them - know general algorithmic principles and problem structures - are able to design, apply and analyze algorithms for applications, in particular, for NP-hard problems

**Inhalte:**

(de) - Effizient lösbare Kombinatorische und ganzzahlige Optimierungsaufgaben - ganzzahlige Polyeder - Relaxation, Dualität und Dekomposition - NP-schwere kombinatorische Optimierungsaufgaben - NP-schwere ganzzahlige Optimierungsaufgaben - NP-schwere gemischt-ganzzahlige Optimierungsaufgaben - Branch & Bound, Branch & Cut - Dynamische Programmierung - Approximationsalgorithmen - Ausgewählte Anwendungen (Industrie, Wirtschaft, Informatik,...) (en) - Efficiently solvable combinatorial and integer optimization tasks. - Integral polyhedra - Relaxation, duality and decomposition - NP-hard combinatorial optimization tasks - NP-hard integer optimization tasks - NP-hard mixed-mixed optimization tasks - Branch & Bound, Branch & Cut - Dynamic programming - Approximation algorithms - Selected applications (industry, economy, computer science, ...)

**Lernformen:**

(de) Vorlesung, Übung (en) Lecture, Exercise

**Prüfungsmodalitäten:**

(de) Prüfungsleistung: 1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur oder mündlichen Prüfung nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Studienleistung: 1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt. (en) Graded examination (Prüfungsleistung): 1 written exam or oral exam according to examiner#s specifications. Non-graded coursework (Studienleistung): Homework according to examiner#s specifications. The exact examination specifications will be announced at the beginning of the course.

**Literatur:**

- W.J. Cook, W.H. Cunningham, W.R. Pulleyblank, and A. Schrijver, Combinatorial Optimization, John Wiley and Sons, 1998 - Korte/Vygen, Combinatorial Optimization, Springer, 2003 - A. Schrijver, Combinatorial Optimization, Volume A-C, Springer, 2004 - A. Schrijver, Theory of Linear and Integer Programming, Wiley, 1986 - G.L. Nemhauser, L.A. Wolsey, Integer and Combinatorial Optimization, Wiley, 1988 - L.A. Wolsey, Integer Programming, Wiley, 1998

**Modulverantwortlicher:**

Mathematik, Studiendekan

## Diskrete Optimierung

Imke Joormann

1213006

Vorlesung

Beginn: 12.04.2023

Ende: 19.07.2023

wöchentlich

Mi, 15:00 - 16:30 Uhr

Pockelsstraße 11 (3205)

3205.02.202 - PK 11.4

**Kommentar**

(de) - Effizient lösbare Kombinatorische und ganzzahlige Optimierungsaufgaben - ganzzahlige Polyeder - Relaxation, Dualität und Dekomposition - NP-schwere kombinatorische Optimierungsaufgaben - NP-schwere ganzzahlige Optimierungsaufgaben - NP-schwere gemischt-ganzzahlige Optimierungsaufgaben - Branch & Bound, Branch & Cut - Dynamische Programmierung - Approximationsalgorithmen - Ausgewählte Anwendungen (Industrie, Wirtschaft, Informatik,...) (en) - Efficiently solvable combinatorial and integer optimization tasks. - Integral

Beginn: 13.04.2023  
Ende: 20.07.2023  
wöchentlich  
Do, 11:30 - 13:00 Uhr  
Rebenring 58 - 58 b (3206)  
3206.01.102 - RR 58.3

polyhedra - Relaxation, duality und decomposition - NP-hard combinatorial optimization tasks - NP-hard integer optimization tasks - NP-hard mixed-mixed optimization tasks - Branch & Bound, Branch & Cut - Dynamic programming - Approximation algorithms - Selected applications (industry, economy, computer science, ...)

**Literatur**

- W.J. Cook, W.H. Cunningham, W.R. Pulleyblank, and A. Schrijver, Combinatorial Optimization, John Wiley and Sons, 1998 - Korte/Vygen, Combinatorial Optimization, Springer, 2003 - A. Schrijver, Combinatorial Optimization, Volume A-C, Springer, 2004 - A. Schrijver, Theory of Linear and Integer Programming, Wiley, 1986 - G.L. Nemhauser, L.A. Wolsey, Integer and Combinatorial Optimization, Wiley, 1988 - L.A. Wolsey, Integer Programming, Wiley, 1998

**Bemerkung**

(de) Es werden insbesondere Kenntnisse in 'Einführung in die Mathematische Optimierung' und 'Lineare und Kombinatorische Optimierung' vorausgesetzt. (en) Mathematical knowledge in "Einführung in die Mathematische Optimierung" und "Lineare und Kombinatorische Optimierung" is required.

## Diskrete Optimierung

**Imke Joormann**

**1213043**

Übung

Beginn: 14.04.2023

Ende: 21.07.2023

wöchentlich

Fr, 09:45 - 11:15 Uhr

Rebenring 58 - 58 b (3206)

3206.01.102 - RR 58.3

# Fortgeschrittenenpraktikum (2021) (Modulnr.: MAT-STD7-44)

## Fortgeschrittenenpraktikum Optimierung

Christian Kirches, Sebastian Stiller

1297006

Vorlesung

Beginn: 17.04.2023

Ende: 17.07.2023

wöchentlich

Mo, 13:15 - 14:45 Uhr

Universitätsplatz 2 (4201)

4201.03.315 - PK 14.315 (ehem. PK 14.3)

### Kommentar

(de) Verbindung fortgeschrittener Kenntnisse in Mathematischer Optimierung mit der praktischen Planung und Durchführung großer Optimierungsprojekte. Dazu sind Algorithmen zur Lösung komplexer mathematischer Modelle der Mathematischen Optimierung, die zum Teil in den Vorlesungen "Diskrete Optimierung", "Kontinuierliche Optimierung" oder aktuellen Spezialvorlesungen der Mathematischen Optimierung vorgestellt oder vorbereitet worden sind, selbstständig effizient zu implementieren und auszutesten. Dabei sollen die Möglichkeiten, aber auch die Grenzen dieser Verfahren, genauer kennengelernt werden. Als roter Faden kann ein genügend breites Gebiet der jeweiligen Richtung der Mathematischen Optimierung dienen, wie z.B. - Algorithmen für Scheduling-, Rucksack-, Färbungs- oder Rundreiseprobleme, - Algorithmen für differenzierbare oder nichtglatte Nichtlineare Optimierungsprobleme mit oder ohne Restriktionen. Für wichtige Methoden stehen sehr effiziente, gut ausgetestete Implementierungen zur Verfügung. Bei Standardanwendungen empfiehlt es sich daher, auf entsprechende professionelle Software (z.B. CPLEX, Gurobi, Matlab) zurückzugreifen. (en) The goal is to combine advanced knowledge in mathematical optimization with practical planning and realization of large-scale optimization problems. To this end algorithms to solve complex mathematical models of mathematical optimization, partly known from the lectures "discrete optimization", "continuous optimization" or various advanced courses in mathematical optimization, shall be implemented and tested. Thereby, the possibilities and limits will be explored. A sufficiently wide sub-field of optimization may serve as general theme, e.g. - Algorithms for scheduling, knapsack, coloring or routing problems. - Algorithms for differentiable or non-smooth non-linear optimization problems with or without constraints. As well-tested and highly efficient methods are available for central methods, it is important to be able to use such software (e.g. CPLEX, Gurobi, Matlab) for pertaining applications.

### Bemerkung

(de) Das Fortgeschrittenenpraktikum Optimierung setzt den Besuch zumindest einer entsprechenden, vertiefenden Optimierungsveranstaltung voraus, in der Regel sind dies die "Diskrete Optimierung" oder die "Kontinuierliche Optimierung". (en) The Advanced Computerlab Optimization requires the attendance of at least one corresponding in-depth optimization course, usually "Discrete Optimization" or "Dynamic Optimization".

## Fortgeschrittenenpraktikum Optimierung

Christian Kirches, Sebastian Stiller

1297007

Übung

Beginn: 12.04.2023

Ende: 19.07.2023

wöchentlich

Mi, 11:30 - 13:00 Uhr

Beginn: 18.04.2023

Ende: 18.07.2023

wöchentlich

Di, 11:30 - 13:00 Uhr

### Kommentar

(de) Verbindung fortgeschrittener Kenntnisse in Mathematischer Optimierung mit der praktischen Planung und Durchführung großer Optimierungsprojekte. Dazu sind Algorithmen zur Lösung komplexer mathematischer Modelle der Mathematischen Optimierung, die zum Teil in den Vorlesungen "Diskrete Optimierung", "Kontinuierliche Optimierung" oder aktuellen Spezialvorlesungen der Mathematischen Optimierung vorgestellt oder vorbereitet worden sind, selbstständig effizient zu implementieren und auszutesten. Dabei sollen die Möglichkeiten, aber auch die Grenzen dieser Verfahren, genauer kennengelernt werden. Als roter Faden kann ein genügend breites Gebiet der jeweiligen Richtung der Mathematischen Optimierung dienen, wie z.B. - Algorithmen für Scheduling-, Rucksack-, Färbungs- oder Rundreiseprobleme, - Algorithmen für differenzierbare oder nichtglatte Nichtlineare Optimierungsprobleme mit oder ohne Restriktionen. Für wichtige Methoden stehen sehr effiziente, gut ausgetestete Implementierungen zur Verfügung. Bei Standardanwendungen empfiehlt es sich daher, auf entsprechende professionelle Software (z.B. CPLEX, Gurobi, Matlab) zurückzugreifen. (en) The goal is to combine advanced knowledge in mathematical optimization with practical planning and realization of large-scale optimization problems. To this end algorithms to solve complex mathematical models of mathematical optimization, partly known from the lectures "discrete optimization", "continuous optimization" or various advanced courses in mathematical optimization, shall be implemented and tested. Thereby, the possibilities and limits will be explored. A sufficiently wide sub-field of optimization may serve as general theme, e.g. - Algorithms for scheduling, knapsack, coloring or routing problems. - Algorithms for differentiable or non-smooth non-linear optimization problems with or without

constraints. As well-tested and highly efficient methods are available for central methods, it is important to be able to use such software (e.g. CPLEX, Gurobi, Matlab) for pertaining applications.

**Bemerkung**

(de) Das Fortgeschrittenenpraktikum Optimierung setzt den Besuch zumindest einer entsprechenden, vertiefenden Optimierungsveranstaltung voraus, in der Regel sind dies die ?Diskrete Optimierung? oder die ?Kontinuierliche Optimierung?. (en) The Advanced Computerlab Optimization requires the attendance of at least one corresponding in-depth optimization course, usually "Discrete Optimization" or "Dynamic Optimization".

## Fortgeschrittenenpraktikum Numerik

**Matthias Bollhöfer**

**1298018**

Vorlesung

Beginn: 13.04.2023

Ende: 20.07.2023

wöchentlich

Do, 08:00 - 09:30 Uhr

**Kommentar**

(de) Das Fortgeschrittenenpraktikum Numerik behandelt fortgeschrittene Methoden des wissenschaftlichen Rechnens. Es wird ein anspruchsvolles Anwendungsproblem aus dem Bereich Finanz- und Wirtschaftsmathematik oder Data Science behandelt, zu dessen numerischer Lösung verschiedene numerische Verfahren, die zum überwiegenden Teil in Vorlesungen wie ?Numerische Methoden der Finanzmathematik?, ?Numerische Lineare Algebra?, "Numerical Methods and Learning from Data" und ?Numerik gewöhnlicher Differenzialgleichungen? vorgestellt worden sind, effizient und gegebenenfalls auch parallel zu implementieren und in der Praxis zu testen. Dabei sollen die Möglichkeiten, aber auch die Grenzen dieser Verfahren genauer kennengelernt werden. Für einige anspruchsvolle numerische Teilaufgaben existieren sehr effiziente und vielfach getestete Implementierungen. In einem solchen Fall sollten derartige fertige Routinen mit der eigenen Implementierung verknüpft werden und auf eine eigene Implementation dieser Teilaufgabe verzichtet werden. (en) The advanced numerics computing lab deals with advanced methods of scientific computing. We will discuss high-level application problems stemming from mathematics in finance, industry or data science. For numerically solving these problems, various numerical methods will be employed most of which have already been presented in courses such as ?Numerische Methoden in der Finanzmathematik?, ?Numerical Linear Algebra?, ?Numerik gewöhnlicher Differenzialgleichungen? or ?Numerical Methods and Learning from Data?. These methods have to be implemented efficiently, if necessary, in parallel and they should be verified for practical examples. In doing so, the possibilities of these methods as well as their limits will be seen. For some demanding numerical subtasks well-established numerical software libraries exist which have proven to be very efficient in many cases. These can be migrated with the students' own implementations and one can waive the development of hand-written codes.

**Bemerkung**

(de) Das Fortgeschrittenenpraktikum Numerik setzt den Besuch zumindest einer vertiefenden Numerik-Veranstaltung voraus. Beispielsweise können dies die ?Numerik gewöhnlicher Differenzialgleichungen? oder die ?Numerische Lineare Algebra? oder die ?Numerischen Methoden in der Finanzmathematik? oder eine andere gleichwertige vertiefende Numerik-Veranstaltung sein. (en) The Advanced Computerlab Numerical Analysis requires the attendance of at least one in-depth numerics course. For example, this can be the "Numerik gewöhnlicher Differenzialgleichungen" or the "Numerical Linear Algebra" or the "Numerische Methoden in der Finanzmathematik" or "Numerical Methods and Learning from Data" another equivalent in-depth numerics course.

## Fortgeschrittenenpraktikum Numerik

**Matthias Bollhöfer**

**1298019**

Übung

Beginn: 13.04.2023

Ende: 20.07.2023

wöchentlich

Do, 13:15 - 14:45 Uhr

**Bemerkung**

Übungen finden im CIP-Pool statt. Terminabsprache in der VL. Bitte entweder einen Raum im Forumsgebäude oder Raum mit Beamer.

Beginn: 17.04.2023

Ende: 17.07.2023

wöchentlich

Mo, 16:45 - 18:15 Uhr



# Inverse problems (2021) (Modulnr.: MAT-STD7-43)

**Leistungspunkte:**

5

**Workload:**

150 h

**SWS:**

3

**Anzahl Semester:**

1

**Qualifikationsziele:**

(de) Die Studierenden - verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung - verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden - können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren - kennen und verstehen den Begriff eines "schlecht gestellten Problems", Regularisierungsverfahren und deren Eigenschaften - können Methoden zur Bearbeitung schlecht gestellter Probleme verstehen, analysieren und anwenden und die mit dem Computer zur Berechnung von Regularisierungen einsetzen (en) The students - understand the of the complex links between their previous mathematical knowledge and the contents of the lecture - understand the theoretical body of the lecture as a whole and master the corresponding methods - are able to analyze and apply the methods of the lecture - know and understand the notion of well- and ill-posedness and of regularization methods and their properties - are able to understand, analyze and apply methods to approximately solve ill-posed problems and use them with mathematical software

**Inhalte:**

(de) - Kompakte Operatoren, Pseudo-Inverse - Regularisierungsmethoden, Ordnungsoptimalität - Tikhonov-Regularisierung, Landweberverfahren, CG-Verfahren - A-priori und a-posteriori Parameterwahl - ggf. nichtlineare Probleme oder konvexe variationale Regularisierung (en) - Compact operators, pseudo inverse - Regularization methods, order optimality - Tikhonov regularization, Landweber iteration, the CG method - A-priori and a-posteriori parameter choice - Nonlinear Problems, convex variational regularization methods

**Lernformen:**

(de) Vorlesung und Übung (en) Lecture and Exercise

**Prüfungsmodalitäten:**

(de) Prüfungsleistung: 1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur oder mündliche Prüfung nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Studienleistung: 1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Die genauen Abschlussmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt. (en) Graded examination (Prüfungsleistung): 1 written exam or oral exam according to examiner#s specifications. Non-graded coursework (Studienleistung): Homework according to examiner#s specifications. The exact examination specifications will be announced at the beginning of the course.

**Literatur:**

(de/en) - Rieder, Keine Probleme mit Inversen Problemen, Vieweg, 2003 (deutsch) - Engl, Hanke, Neubauer, Regularization of Inverse Problems, Kluwer, 2000 (english)

**Modulverantwortlicher:**

Mathematik, Studiendekan

## Inverse Probleme

**Dirk Lorenz**

**1295012**

Vorlesung

Beginn: 13.04.2023

Ende: 20.07.2023

wöchentlich

Do, 09:45 - 11:15 Uhr

Universitätsplatz 2 (4201)

4201.03.315 - PK 14.315 (ehem. PK 14.3)

**Kommentar**

Inhalte/Contents: (de) - Kompakte Operatoren, Pseudo-Inverse - Regularisierungsmethoden, Ordnungsoptimalität - Tikhonov-Regularisierung, Landweberverfahren, CG-Verfahren - A-priori und a-posteriori Parameterwahl - ggf. nichtlineare Probleme oder konvexe variationale Regularisierung (en) - Compact operators, pseudo inverse - Regularization methods, order optimality - Tikhonov regularization, Landweber iteration, the CG method - A-priori and a-posteriori parameter choice - Nonlinear Problems, convex variational regularization methods

**Literatur**

- Rieder, Keine Probleme mit Inversen Problemen, Vieweg, 2003 (deutsch) - Engl, Hanke, Neubauer, Regularization of Inverse Problems, Kluwer, 2000 (english)

**Bemerkung**

(de) Kenntnisse in 'Einführung in die Numerik' werden vorausgesetzt. Kenntnisse in Funktionalanalysis sind hilfreich. (en) Mathematical knowledge in 'Introduction to Numerical Analysis' is required. Knowledge in ?Functional Analysis? is helpful.



## **Inverse Probleme**

**Dirk Lorenz**

**1295013**

Übung

Beginn: 17.04.2023

Ende: 17.07.2023

wöchentlich

Mo, 16:45 - 18:15 Uhr

Universitätsplatz 2 (4201)

4201.03.315 - PK 14.315 (ehem. PK 14.3)

# Continuous Optimization in Data Science (2021) (Modulnr.: MAT-STD7-42)

**Leistungspunkte:**

5

**Workload:**

150 h

**SWS:**

3

**Anzahl Semester:**

1

**Qualifikationsziele:**

(de) Die Studierenden - verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung - verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden - können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren - erinnern und verstehen exemplarischer Aufgabenstellungen aus dem Bereich Data Science - beherrschen ausgewählte Problemlösefähigkeiten mit Mitteln der kontinuierlichen Optimierung und können diese anwenden - verstehen Theorie und Algorithmik der kontinuierlichen Optimierung im Zusammenhang mit statistischen Phänomenen der Datengrundlagen (en) The students - understand the of the complex links between their previous mathematical knowledge and the contents of the lecture - understand the theoretical body of the lecture as a whole and master the corresponding methods - are able to analyze and apply the methods of the lecture - remember and understand exemplary problems in Data Science - master selected problem solving abilities using methods of continuous optimization and are able to apply them - understand theory and algorithms of continuous optimization in the context of statistical phenomena of the data basis

**Inhalte:**

(de/en) - Linear and Nonlinear Regression - Matrix Completion - Low Rank Parameterization - Nonnegative Matrix Factorisation - Sparse Inverse Covariance - Sparse Principal Component Analysis - Nichtlineare Support Vector Machines - Logistic Regression - Deep Learning - selected applications

**Lernformen:**

(de) Vorlesung, Übung (en) Lecture, Exercise

**Prüfungsmodalitäten:**

(de) Prüfungsleistung: 1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur oder mündlichen Prüfung nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Studienleistung: 1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt. (en) Graded examination (Prüfungsleistung): 1 written exam or oral exam according to examiner#s specifications. Non-graded coursework (Studienleistung): Homework according to examiner#s specifications. The exact examination specifications will be announced at the beginning of the course.

**Literatur:**

(de) wird in der Veranstaltung bekannt gegeben (en) will be announced in the lecture

**Modulverantwortlicher:**

Mathematik, Studiendekan

## Kontinuierliche Optimierung in Data Science

Christian Kirches

1296100

Vorlesung

**Kommentar**

(de/en) - Linear and Nonlinear Regression - Matrix Completion - Low Rank Parameterization - Nonnegative Matrix Factorisation - Sparse Inverse Covariance - Sparse Principal Component Analysis - Nichtlineare Support Vector Machines - Logistic Regression - Deep Learning - selected applications

**Literatur**

(de) wird in der Veranstaltung bekannt gegeben (en) will be announced in the lecture

## Kontinuierliche Optimierung in Data Science

Christian Kirches

**1296101**

Übung

**Kommentar**

(de/en) - Linear and Nonlinear Regression - Matrix Completion - Low Rank Parameterization - Nonnegative Matrix Factorisation - Sparse Inverse Covariance - Sparse Principal Component Analysis - Nichtlineare Support Vector Machines - Logistic Regression - Deep Learning - selected applications

**Literatur**

(de) wird in der Veranstaltung bekannt gegeben (en) will be announced in the lecture

## Mathematisches Seminar (2021) (Modulnr.: MAT-STD7-40)

**Leistungspunkte:**

4

**Workload:**

120 h

**SWS:**

2

**Anzahl Semester:**

1

**Qualifikationsziele:**

(de) Die Studierenden - kennen ausgewählte Methoden der Moderation und Präsentation von mathematischen Inhalten und können diese anwenden - kennen verschiedene Informations- und Kommunikationstechnologien und können diese anwenden - können mathematisch-technischer Texte schreiben, beherrschen das korrekte Bibliographierens und können exzerpieren und wissenschaftlich argumentieren - können Mathematik im geschichtlichen und gesellschaftlichen Rahmen bewerten (en) The students - know selected methods of moderation and presentation of mathematical content and are able to apply them - know different types of information and communication technology and are able to apply them - are able to write mathematical and technical texts, are able to set up correct bibliographies, to excerpt and to develop scientific arguments - are able to asses and evaluate mathematics in the historical and societal contex

**Inhalte:**

(de) abhängig vom gewählten Seminar (en) depending on the seminar chosen

**Lernformen:**

(de/en) Seminar

**Prüfungsmodalitäten:**

(de) Prüfungsleistung: 1 Prüfungsleistung in Form eines Referats nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt. (en) Graded examination (Prüfungsleistung): 1 "Referat" according to examiner#s specifications. The exact examination specifications will be announced at the beginning of the course.

**Literatur:**

(de) abhängig vom gewählten Seminar (en) depending on the seminar chosen

**Modulverantwortlicher:**

Mathematik, Studiendekan

### Master-Seminar Optimierung

**Christian Kirches, Maximilian Merkert, Sebastian Stiller**

**1213045**

Seminar

Beginn: 12.04.2023

Ende: 19.07.2023

wöchentlich

Mi, 13:15 - 14:45 Uhr

### Master-Seminar Stochastik

**Benedikt Jahnel, Jens-Peter Kreiß, Nicole Mücke**

**1214030**

Seminar

Beginn: 18.04.2023

Ende: 18.07.2023

wöchentlich

Di, 16:45 - 18:15 Uhr

**Kommentar**

Themen zur Finanzmathematik und Statistik, insbesondere zu empirischen Prozessen, für Master/Diplom

**Literatur**

wird bekanntgegeben

---

## Master-Seminar Numerik

Matthias Bollhöfer, Heike Faßbender

1299241

Seminar

Beginn: 13.04.2023

Ende: 20.07.2023

wöchentlich

Do, 09:45 - 11:15 Uhr

### Kommentar

(de) Ziele: Die Studierenden - erhalten eine Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten - erlernen Vortragstechniken - erlernen Literatursuche - lernen Standardliteratur kennen - erhalten eine Einführung in die selbstständige Erarbeitung mathematischer Inhalte. (en) Objectives: Students will - receive an introduction to scientific work - learn presentation techniques - learn literature search - get to know standard literature - get an introduction to the independent elaboration of mathematical contents.

## Master-Seminar Analysis

Dirk Lorenz

1299255

Seminar

Beginn: 12.04.2023

Ende: 19.07.2023

wöchentlich

Mi, 16:45 - 18:15 Uhr

Universitätsplatz 2 (4201)

4201.03.315 - PK 14.315 (ehem. PK 14.3)

### Kommentar

(DE) Ziele: Die Studierenden - erhalten eine Einführung in das wissenschaftliche Arbeiten - erlernen Vortragstechniken - erlernen Literatursuche - lernen Standardliteratur kennen - erhalten eine Einführung in die selbstständige Erarbeitung mathematischer Inhalte. (EN) Objectives: Students will - receive an introduction to scientific work - learn presentation techniques - learn literature search - get to know standard literature - get an introduction to the independent elaboration of mathematical contents.

# Nonnegativity and polynomial optimization (2021) (Modulnr.: MAT-STD7-38)

Leistungspunkte:

10

Workload:

300 h

SWS:

6

Anzahl Semester:

1

**Qualifikationsziele:**

(de) Die Studierenden - verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung - verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden - können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren - kennen und verstehen die Kernaussagen der reell algebraischen Geometrie zu Nichtnegativität und deren Bezug zur polynomiellen Optimierung - kennen und verstehen die gängigen Methoden in der polynomiellen Optimierung in Theorie und Praxis (en) The students - understand the of the complex links between their previous mathematical knowledge and the contents of the lecture - understand the theoretical body of the lecture as a whole and master the corresponding methods - are able to analyze and apply the methods of the lecture - know and understand the core statements of real algebraic geometry on nonnegativity and its relation to polynomial optimization - know and understand the common methods in polynomial optimization in theory and practice

**Inhalte:**

(de) - Klassische Nichtnegativität und Summen von Quadraten (SOS) - Semidefinite Optimierung: Bezug zu SOS, Momenten, Spektraedern - Positivstellensätze: Grundlage polynomieller Optimierung unter Nebenbedingungen - Polynomielle Optimierung in der Praxis: Software und Solver; Anwendungen; Theorie vs. Praxis Außerdem beispielsweise: - Tarski-Seidenberg Theorem und CAD - Stabilität und hyperbolische Optimierung - AGI-Formen - Bezüge zur theoretischen Informatik (en) - Classic nonnegativity and sums of squares (SOS) - Semidefinite optimization: reference to SOS, moments, spectrahedra - Positivstellensätze: Basics of polynomial optimization under constraints - Polynomial optimization in practice: Software and solvers; Applications; Theory vs. Practice In addition, for example: - Tarski-Seidenberg theorem and CAD - Stability and hyperbolic optimization - AGI forms - References to theoretical computer science

**Lernformen:**

(de) Vorlesung, Übungen (en) Lectures, Exercises

**Prüfungsmodalitäten:**

(de) Prüfungsleistung: 1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur oder mündlichen Prüfung nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Studienleistung: 1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt. (en) Graded examination (Prüfungsleistung): 1 written exam or oral exam according to examiner#s specifications. Non-graded coursework (Studienleistung): Homework according to examiner#s specifications. The exact examination specifications will be announced at the beginning of the course.

**Literatur:**

(de/en) - S. Basu, R. Pollack, M.F. Roy: "Algorithms in real algebraic geometry", Springer 2003. - G. Blekherman, P.A. Parillo, R.R. Thomas "Semidefinite Optimization and Convex Algebraic Geometry", MOS-SIAM Series on Optimization, 2013. - J.B. Lasserre: "An Introduction to Polynomial and Semi-Algebraic Optimization", Cambridge University Press, 2015. - J.B. Lasserre: "Moments, Positive Polynomials and Their Applications", Imperial College Press, 2009. - M. Marshall: "Positive Polynomials and Sums of Squares", Mathematical Surveys and Monographs, AMS, 2008.

**Modulverantwortlicher:**

Mathematik, Studiendekan

## Nichtnegativität und polynomielle Optimierung

Timo de Wolff

1295009

Vorlesung

Beginn: 13.04.2023

Ende: 20.07.2023

wöchentlich

Do, 13:15 - 14:45 Uhr

Beginn: 18.04.2023

Ende: 18.07.2023

**Kommentar**

(de) - Klassische Nichtnegativität und Summen von Quadraten (SOS) - Semidefinite Optimierung: Bezug zu SOS, Momenten, Spektraedern - Positivstellensätze: Grundlage polynomieller Optimierung unter Nebenbedingungen - Polynomielle Optimierung in der Praxis: Software und Solver; Anwendungen; Theorie vs. Praxis Außerdem beispielsweise: - Tarski-Seidenberg Theorem und CAD - Stabilität und hyperbolische Optimierung - AGI-Formen - Bezüge zur theoretischen Informatik (en) - Classic nonnegativity and sums of squares (SOS) - Semidefinite optimization: reference to SOS, moments, spectrahedra - Positivstellensätze: Basics of polynomial optimization under

wöchentlich  
Di, 13:15 - 14:45 Uhr

constraints - Polynomial optimization in practice: Software and solvers; Applications; Theory vs. Practice In addition, for example: - Tarski-Seidenberg theorem and CAD - Stability and hyperbolic optimization - AGI forms - References to theoretical computer science

**Literatur**

- S. Basu, R. Pollack, M.F. Roy: "Algorithms in real algebraic geometry", Springer 2003. - G. Blekherman, P.A. Parillo, R.R. Thomas "Semidefinite Optimization and Convex Algebraic Geometry", MOS-SIAM Series on Optimization, 2013. - J.B. Lasserre: "An Introduction to Polynomial and Semi-Algebraic Optimization", Cambridge University Press, 2015. - J.B. Lasserre: "Moments, Positive Polynomials and Their Applications", Imperial College Press, 2009. - M. Marshall: "Positive Polynomials and Sums of Squares", Mathematical Surveys and Monographs, AMS, 2008.

**Bemerkung**

(de) Es werden Kenntnisse in 'Algebra' vorausgesetzt. Vorkenntnisse aus den Bereichen lineare/konvexe Optimierung, kommutative Algebra, oder (computerorientierte) algebraische Geometrie sind sinnvoll, werden aber nicht vorausgesetzt. (en) Knowledge from the lecture "Algebra" is assumed. Previous knowledge of linear/convex optimization, commutative algebra, or (computer-oriented) algebraic geometry is useful, but not required.

## Nichtnegativität und polynomielle Optimierung

Timo de Wolff

1295010

Übung

Beginn: 14.04.2023

Ende: 21.07.2023

wöchentlich

Fr, 11:30 - 13:00 Uhr

**Kommentar**

(de) - Klassische Nichtnegativität und Summen von Quadraten (SOS) - Semidefinite Optimierung: Bezug zu SOS, Momenten, Spektraedern - Positivstellensätze: Grundlage polynomieller Optimierung unter Nebenbedingungen - Polynomielle Optimierung in der Praxis: Software und Solver; Anwendungen; Theorie vs. Praxis Außerdem beispielsweise: - Tarski-Seidenberg Theorem und CAD - Stabilität und hyperbolische Optimierung - AGI-Formen - Bezüge zur theoretischen Informatik (en) - Classic nonnegativity and sums of squares (SOS) - Semidefinite optimization: reference to SOS, moments, spectrahedra - Positivstellensätze: Basics of polynomial optimization under constraints - Polynomial optimization in practice: Software and solvers; Applications; Theory vs. Practice In addition, for example: - Tarski-Seidenberg theorem and CAD - Stability and hyperbolic optimization - AGI forms - References to theoretical computer science

**Literatur**

- S. Basu, R. Pollack, M.F. Roy: "Algorithms in real algebraic geometry", Springer 2003. - G. Blekherman, P.A. Parillo, R.R. Thomas "Semidefinite Optimization and Convex Algebraic Geometry", MOS-SIAM Series on Optimization, 2013. - J.B. Lasserre: "An Introduction to Polynomial and Semi-Algebraic Optimization", Cambridge University Press, 2015. - J.B. Lasserre: "Moments, Positive Polynomials and Their Applications", Imperial College Press, 2009. - M. Marshall: "Positive Polynomials and Sums of Squares", Mathematical Surveys and Monographs, AMS, 2008.

**Bemerkung**

(de) Es werden Kenntnisse in 'Algebra' vorausgesetzt. Vorkenntnisse aus den Bereichen lineare/konvexe Optimierung, kommutative Algebra, oder (computerorientierte) algebraische Geometrie sind sinnvoll, werden aber nicht vorausgesetzt. (en) Knowledge from the lecture "Algebra" is assumed. Previous knowledge of linear/convex optimization, commutative algebra, or (computer-oriented) algebraic geometry is useful, but not required.

# Optimization in machine learning and data analysis 1 (2021) (Modulnr.: MAT-STD7-34)

**Leistungspunkte:**

5

**Workload:**

150 h

**SWS:**

3

**Anzahl Semester:**

1

**Qualifikationsziele:**

(de) Die Studierenden - verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung - verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden - können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren - kennen und verstehen von Optimierungsmethoden für maschinelles Lernen und maschinelles Lernen in Algorithmen der Optimierung, insbesondere der diskreten Optimierung und Netzwerkoptimierung (en) The students - understand the of the complex links between their previous mathematical knowledge and the contents of the lecture - understand the theoretical body of the lecture as a whole and master the corresponding methods - are able to analyze and apply the methods of the lecture - know and understand optimization methods for machine learning and machine learning in algorithms for optimization, in particular, discrete optimization and network optimization

**Inhalte:**

(de) Inhalte sind Modelle, Kriterien und Methoden zur Analyse von Vektordaten als Graphen und zur Analyse von Netzwerken, insbesondere Zentralität und Clusterung, sowie Optimierungsmethoden und grundlegende Analysen für verschiedene Formen des maschinellen Lernens. Dies kann mehrstufige, künstliche Neuronale Netze beinhalten. (en) The lecture contains models, criteria and methods for the analysis of vector data as graphs and to analyze networks, in particular, centrality and clustering, as well as optimization methods and fundamental analyses for different forms of machine learning. This may cover deep, artificial neural networks.

**Lernformen:**

(de) Vorlesung, Übung (en) Lecture, Exercise

**Prüfungsmodalitäten:**

(de) Prüfungsleistung: 1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur oder mündlichen Prüfung nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Studienleistung: 1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt. (en) Graded examination (Prüfungsleistung): 1 written exam or oral exam according to examiner#s specifications. Non-graded coursework (Studienleistung): Homework according to examiner#s specifications. The exact examination specifications will be announced at the beginning of the course.

**Literatur:**

(de) wird in der Veranstaltung bekannt gegeben (en) will be announced in the lecture

**Modulverantwortlicher:**

Mathematik, Studiendekan

## Optimierung in Maschinellem Lernen und Datenanalyse 1

**Sebastian Stiller**

**1296083**

Übung

Beginn: 14.04.2023

Ende: 21.07.2023

wöchentlich

Fr, 09:45 - 11:15 Uhr

Universitätsplatz 2 (4201)

4201.03.315 - PK 14.315 (ehem. PK 14.3)

**Kommentar**

(de) Inhalte sind Modelle, Kriterien und Methoden zur Analyse von Vektordaten als Graphen und zur Analyse von Netzwerken, insbesondere Zentralität und Clusterung, sowie Optimierungsmethoden und grundlegende Analysen für verschiedene Formen des maschinellen Lernens. Dies kann mehrstufige, künstliche Neuronale Netze beinhalten. (en) The lecture contains models, criteria and methods for the analysis of vector data as graphs and to analyze networks, in particular, centrality and clustering, as well as optimization methods and fundamental analyses for different forms of machine learning. This may cover deep, artificial neural networks.

**Bemerkung**

Es werden Kenntnisse aus der Linearen und Kombinatorischen Optimierung und aus der Diskreten Optimierung, linearer Algebra und Analysis sowie Grundkenntnisse im Bereich Wahrscheinlichkeitstheorie vorausgesetzt.



---

## Optimierung in Maschinellem Lernen und Datenanalyse 1

**Sebastian Stiller**

**1296084**

Vorlesung

Beginn: 13.04.2023

Ende: 20.07.2023

wöchentlich

Do, 09:45 - 11:15 Uhr

**Kommentar**

(de) Inhalte sind Modelle, Kriterien und Methoden zur Analyse von Vektordaten als Graphen und zur Analyse von Netzwerken, insbesondere Zentralität und Clusterung, sowie Optimierungsmethoden und grundlegende Analysen für verschiedene Formen des maschinellen Lernens. Dies kann mehrstufige, künstliche Neuronale Netze beinhalten. (en) The lecture contains models, criteria and methods for the analysis of vector data as graphs and to analyze networks, in particular, centrality and clustering, as well as optimization methods and fundamental analyses for different forms of machine learning. This may cover deep, artificial neural networks.

**Bemerkung**

Es werden Kenntnisse aus der Linearen und Kombinatorischen Optimierung und aus der Diskreten Optimierung, linearer Algebra und Analysis sowie Grundkenntnisse im Bereich Wahrscheinlichkeitstheorie vorausgesetzt.

# Risk and Extreme Value Theory (2021) (Modulnr.: MAT-STD7-33)

**Leistungspunkte:**

5

**Workload:**

150 h

**SWS:**

3

**Anzahl Semester:**

1

**Qualifikationsziele:**

(de) Die Studierenden - verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung - verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden - können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren - kennen und verstehen die grundlegenden Methoden der Schadenversicherungsmathematik einschließlich Tarifierung, Rückstellung und Schadenreservierung und können diese anwenden - kennen und verstehen die Grundlagen aus dem Bereich Ruinthorie und der Rückversicherungsmathematik sowie der Extremwerttheorie (en) The students - understand the of the complex links between their previous mathematical knowledge and the contents of the lecture - understand the theoretical body of the lecture as a whole and master the corresponding methods - are able to analyze and apply the methods of the lecture - know and understand the fundamental methods of non-life insurance mathematics including premium calculation, provisions tariffing and claim reservation and are ably to apply them - know and understand classical ruin theory, re-insurance and extreme value statistic

**Inhalte:**

(de) - Grundlegende Modellierung von Gesamtschadenverteilungen - Zusammengesetzte Poissonprozesse - Prämienkalkulation - Approximation der Gesamtschadenverteilung - Schadenreservierung und Rückstellung - Rückversicherung und Schadenteilung inkl. Prämienaufteilung - Ruinthorie: Cramèr-Lundberg-Modell, Lundberg-Ungleichung und -Koeffizient - Risikomaße und deren Eigenschaften: Value-at-Risk, expected shortfall, Kohärenz - Copulas mit Anwendungen, Rangkorrelationen - Credibility-Theorie und Credibility-Schätzer, Bühlmann-Straub-Modell - Extremwerttheorie: Grundlagen, Extremwertverteilungen, Grenzwertaussagen und Anziehungsbereiche (en) - Modeling of aggregate claim distributions - Compound Poisson processes - Premium calculation - Approximation of aggregate claim distributions - Claim reservation - Re-insurance and premium split - Ruinthorie: Cramèr-Lundberg model, Lundberg inequality and Lundberg coefficient - Risk measures: Value-at-Risk, expected shortfall, coherence - Copulas with applications and rank correlations - Credibility theory and credibility estimator and Bühlmann-Straub model - Extreme value theory: Basics, extreme value distributions, central limit theorems and domains of attraction

**Lernformen:**

(de) Vorlesung, Übung (en) Lecture, Exercise

**Prüfungsmodalitäten:**

(de) Prüfungsleistung: 1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur oder mündlichen Prüfung nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Studienleistung: 1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt. (en) Graded examination (Prüfungsleistung): 1 written exam or oral exam according to examiner#s specifications. Non-graded coursework (Studienleistung): Homework according to examiner#s specifications. The exact examination specifications will be announced at the beginning of the course.

**Literatur:**

(de) wird in der Veranstaltung bekannt gegeben (en) will be announced in the lecture

**Modulverantwortlicher:**

Mathematik, Studiendekan

## Risiko- und Extremwerttheorie

**Jens-Peter Kreiß**

**1299131**

Vorlesung

Beginn: 13.04.2023

Ende: 20.07.2023

wöchentlich

Do, 15:00 - 16:30 Uhr

Schleinitzstraße 19 (4205)

4205.00.006 - SN 19.2

**Kommentar**

Inhalte/Contents (de) - Grundlegende Modellierung von Gesamtschadenverteilungen - Zusammengesetzte Poissonprozesse - Prämienkalkulation - Approximation der Gesamtschadenverteilung - Schadenreservierung und Rückstellung - Rückversicherung und Schadenteilung inkl. Prämienaufteilung - Ruinthorie: Cramèr-Lundberg-Modell, Lundberg-Ungleichung und -Koeffizient - Risikomaße und deren Eigenschaften: Value-at-Risk, expected shortfall, Kohärenz - Copulas mit Anwendungen, Rangkorrelationen - Credibility-

Theorie und Credibility-Schätzer, Bühlmann-Straub-Modell - Extremwerttheorie: Grundlagen, Extremwertverteilungen, Grenzwertaussagen und Anziehungsbereiche (en) - Modeling of aggregate claim distributions - Compound Poisson processes - Premium calculation - Approximation of aggregate claim distributions - Claim reservation - Re-insurance and premium split - Ruinthetheory: Cramèr-Lundberg model, Lundberg inequality and Lundberg coefficient - Risk measures: Value-at-Risk, expected shortfall, coherence - Copulas with applications and rank correlations - Credibility theory und credibility estimator and Bühlmann-Straub model - Extreme value theory: Basics, extreme value distributions, central limit theorems and domains of attraction

**Literatur**

- Bühlmann: Risk Theory - Mikosch: Non-Life Insurance Mathematics. An Introduction with Stochastic Processes, Springer - Mack: Schadenversicherungsmathematik, Verlag Versicherungswirtschaft, Karlsruhe 1997 - Embrechts, Klüppelberg, Mikosch: Modelling Extremal Events for Insurance and Finance. Springer (de) weitere Literatur wird in der Veranstaltung bekannt gegeben (en) further literature will be announced in the lecture

**Bemerkung**

(de) Es werden Kenntnisse in 'Wahrscheinlichkeitstheorie' vorausgesetzt. (en) Mathematical knowledge in "Wahrscheinlichkeitstheorie" is required.

## Risiko- und Extremwerttheorie

Jens-Peter Kreiß

1299226

Übung

Beginn: 14.04.2023

Ende: 21.07.2023

wöchentlich

Fr, 13:15 - 14:45 Uhr

Schleinitzstraße 19 (4205)

4205.00.005 - SN 19.3

# Introduction to Quantum Information Theory (Modulnr.: MAT-STD7-54)

**Leistungspunkte:**

6

**Workload:**

180 h

**SWS:**

4

**Anzahl Semester:**

1

**Qualifikationsziele:**

(de) Die Studierenden - verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung - verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden - können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren (en) The students - understand the of the complex links between their previous mathematical knowledge and the contents of the lecture - understand the theoretical body of the lecture as a whole and master the corresponding methods - are able to analyze and apply the methods of the lecture - acquainted with the basic objects, constructions, and mathematical theorems and their proofs of quantum information theory - obtain an understanding of the similarities of, and the fundamental differences between, classical information theory and quantum information theory - learn about applications of quantum information theory in quantum computing and communication.

**Inhalte:**

(de) (en) - Vectors and Operators, - States, Observables, Statistics, - Composite Systems and Entanglement, - Classical Entropy and Information, - The Classical-Quantum Channel, - Quantum Evolutions and Channels, - Quantum Entropy and Information Quantities

**Lernformen:**

Vorlesung und Übung

**Prüfungsmodalitäten:**

(de) Prüfungsleistung: 1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur oder mündlichen Prüfung nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Studienleistung: 1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt.

**Literatur:**

- A. Holevo: Quantum Systems, Channels, Information (...) (...)

**Modulverantwortlicher:**

Mathematik, Studiendekan

## Introduction to Quantum Information Theory

**Volker Bach**

**1294102**

Vorlesung

Beginn: 18.04.2023

Ende: 18.07.2023

wöchentlich

Di, 15:00 - 16:30 Uhr

Universitätsplatz 2 (4201)

4201.03.315 - PK 14.315 (ehem. PK 14.3)

**Kommentar**

Inhalte/Contents: (de) (en) - Vectors and Operators, - States, Observables, Statistics, - Composite Systems and Entanglement, - Classical Entropy and Information, - The Classical-Quantum Channel, - Quantum Evolutions and Channels, - Quantum Entropy and Information Quantities

**Literatur**

- A. Holevo: Quantum Systems, Channels, Information

**Bemerkung**

Es werden Kenntnisse in ... vorausgesetzt.

## Introduction to Quantum Information Theory

**Volker Bach**

**1294103**

Übung

Beginn: 14.04.2023

**Kommentar**

Inhalte:

Ende: 21.07.2023  
wöchentlich  
Fr, 08:00 - 09:30 Uhr  
Universitätsplatz 2 (4201)  
4201.03.315 - PK 14.315 (ehem. PK 14.3)

**Literatur**

(...)

**Bemerkung**

Es werden Kenntnisse in ... vorausgesetzt.

# **Data Science in Anwendungen [15-25 LP] - Biologie, Chemie und Pharmazie**

# CM-B-3 Aufklärung und Modellierung biologischer Strukturen (Modulnr.: CHE-STD2-68)

## Biomolekulare Modellierungen

Christoph Jacob

1413092

Vorlesung

wöchentlich

Fr, 13:15 - 14:45 Uhr

Hagenring 30 (4304)

4304.00.005 - HR 30.1

### Kommentar

Qualifikationsziele: Die Studierenden sind mit den Grundlagen der Strukturanalyse von Biomakromolekülen vertraut und können deren Anwendungsbereich umgrenzen. Die Studierenden kennen empirische Kraftfeldmethoden, mit denen komplexe Strukturen modelliert werden können. Sie kennen die Reichweite und Grenzen dieser Methoden sowie die Bedeutung, die die Struktur und Dynamik großer Biomoleküle für ihre Funktion besitzen. Die Studierenden sind befähigt, die Qualität experimenteller Strukturinformation zu beurteilen und eigenständige Strukturmodellierungen durchzuführen. The students are familiar with modern methods for modelling the structure of biomacromolecules and for simulating their thermodynamic properties. The know empirical force field methods, methods for performing molecular dynamics simulations, as well as modern multiscala simulation methods. The students are able to judge the applicability and the limitations of such methods, to choose suitable simulation methods for their own research projects and to perform, analyze, and evaluate molecular dynamics simulations. Inhalte: Einführung in methodische Grundlagen der Strukturanalyse von Biomakromolekülen, empirisches Kraftfeldverfahren - Molekülmechanik, nichtbindende Wechselwirkungen - Bedeutung und effiziente Beschreibung, Geometrieoptimierung, Methoden der Moleküldynamik, thermodynamische und statistische Behandlung (bio)chemischer Prozesse, die Analyse von Simulationen, spezielle Themen - Berechnungen freier Energie, hybride QM/MM Methoden, implizite Lösungsmittel, coarse-grained Modelle. Introduction to the basics of simulations of biomacromolecules - Born-Oppenheimer approximation, potential energy surface, basics of statistical thermodynamics, empirical force fields and their efficient implementation - geometry optimization, molecular dynamics methods, thermodynamic and static description of (bio)chemical processes, analysis of molecular dynamics simulations, calculation of free energies, multiscale simulation methods - implicit solvent models, coarse-grained models, hybrid QM/MM methods, quantum-chemical embedding methods.

### Bemerkung

credits awarded for this lecture: 4 cp language: German or English

## Computerübung Biomolekulare Modellierungen

Christoph Jacob, Mario Wolter

1413093

Übung

### Kommentar

Qualifikationsziele: Die Studierenden sind mit den Grundlagen der Strukturanalyse von Biomakromolekülen vertraut und können deren Anwendungsbereich umgrenzen. Die Studierenden kennen empirische Kraftfeldmethoden, mit denen komplexe Strukturen modelliert werden können. Sie kennen die Reichweite und Grenzen dieser Methoden sowie die Bedeutung, die die Struktur und Dynamik großer Biomoleküle für ihre Funktion besitzen. Die Studierenden sind befähigt, die Qualität experimenteller Strukturinformation zu beurteilen und eigenständige Strukturmodellierungen durchzuführen. The students are familiar with modern methods for modelling the structure of biomacromolecules and for simulating their thermodynamic properties. The know empirical force field methods, methods for performing molecular dynamics simulations, as well as modern multiscala simulation methods. The students are able to judge the applicability and the limitations of such methods, to choose suitable simulation methods for their own research projects and to perform, analyze, and evaluate molecular dynamics simulations. Inhalte: Bedienung von Kraftfeldprogrammen, Visualisierung von Kristallstrukturen, Geometrieoptimierung, Moleküldynamik und Normalmodenanalyse an Hand von Peptidstrukturen, Simulationen von (Bio)Molekülen mit verschiedenartigen Ansätzen und deren Analyse, Studium dynamischer und entropischer Effekte. Use of force field programs, visualization of crystal structures, geometry optimization, molecular dynamics and normal mode analysis of polypeptides, simulation of (bio)molecules with different computational methods and their analysis, analysis of dynamical and entropic effects.

### Bemerkung

credits awarded for the computer lab: 2 cp language: German or English

---

## Praktikum Biomolekulare Modellierungen

Christoph Jacob, Mario Wolter

1413173

Praktikum

### Kommentar

Qualifikationsziele: Die Studierenden sind mit den Grundlagen der Strukturanalyse von Biomakromolekülen vertraut und können deren Anwendungsbereich umgrenzen. Die Studierenden kennen empirische Kraftfeldmethoden, mit denen komplexe Strukturen modelliert werden können. Sie kennen die Reichweite und Grenzen dieser Methoden sowie die Bedeutung, die die Struktur und Dynamik großer Biomoleküle für ihre Funktion besitzen. Die Studierenden sind befähigt, die Qualität experimenteller Strukturinformation zu beurteilen und eigenständige Strukturmodellierungen durchzuführen. The students are familiar with modern methods for modelling the structure of biomacromolecules and for simulating their thermodynamic properties. They know empirical force field methods, methods for performing molecular dynamics simulations, as well as modern multiscala simulation methods. The students are able to judge the applicability and the limitations of such methods, to choose suitable simulation methods for their own research projects and to perform, analyze, and evaluate molecular dynamics simulations. Inhalte: Selbständige Durchführung von Molekulardynamik-Simulationen für Biomoleküle Molecular Dynamics Simulations of Biomolecules.

### Bemerkung

credits awarded for this project lab: 2 cp language: German or English



## (de) BB 31 Immunmetabolismus (BPO 2019) (en) BB 31 Immunmetabolism (Modulnr.: BL-STD3-59)

### Immunmetabolismus

Karsten Hiller, Mario Lauterbach, Fabian Nikolka

1615043

Seminar

Beginn: 18.04.2023

Ende: 18.07.2023

wöchentlich

Di, 17:00 - 19:00 Uhr

#### Kommentar

Qualifikationsziele: (de) ? Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage ? die Bedeutung des Stoffwechsels von Immunzellen während einer Infektion/Inflammation zu erläutern. ? moderne analytische Techniken wie Isotopen Markierung, Massenspektrometrie und metabolische Flussanalyse anzuwenden. ? GC-MS Daten auszuwerten und zu interpretieren. ? den Energiestoffwechsel mit Hilfe von Respirationsmessungen zu interpretieren. ? Konzepte zu entwickeln um systembiologische Fragestellungen mit Hilfe von verschiedenen Methoden zu beantworten. ? recherchierte wissenschaftliche Inhalte zu präsentieren und zu diskutieren. ? sich inhaltlich kontrovers mit wissenschaftlichen Themen und Fragestellungen in einer Gruppendiskussion auseinanderzusetzen. (en) After completing the module, students are able to ? explain the importance of the metabolism of immune cells during infection/inflammation ? apply modern analytical techniques, such as isotope labelling, mass spectrometry and metabolic flux analysis ? evaluate and interpret GC-MS data. ? interpret the energy metabolism by means of respiration measurements. ? develop concepts for solving systems biology problems with the help of different methods. ? present and discuss scientific work ? discuss controversial scientific topics and questions Inhalte: (de) Seminar: Im Seminar beschäftigen sich die Studierenden zunächst mit der Biochemie des Zentralstoffwechsels von Makrophagen und wie dieser mit Hilfe von Isotopen-Markierungs-Experimenten und Modellierung studiert werden kann. Hier spielen insbesondere Makrophagen spezifische Mechanismen wie Itakonsäure, ROS, NO und Glutathione eine Rolle. Dabei wird auch ein Überblick über verfügbare experimentelle Modelle erarbeitet (primäre Zellen aus Maus und Mensch, Zellkultur Modelle). Dann werden unterschiedliche experimentelle Methoden entwickelt, die eine Co-Kultivierung von pathogenen Bakterien mit Makrophagen ermöglichen. Die Studierenden entwickeln ein eigenes Konzept für das folgende Praktikum um verschiedene Fragestellungen im Bereich Immunmetabolismus zu beantworten. Das Konzept wird mit Hilfe von verschiedenen Lehr- und Lernmethoden erstellt und präsentiert. Teil der Praktikumsvorbereitung ist auch ein Seminar über wissenschaftliches Schreiben und Datenpräsentation in Form von wissenschaftlichen Diagrammen mit der Option, dass Teilnehmende ihre Ergebnisse am Ende des Praktikums in Form eines optionalen wissenschaftlichen Manuskriptes zusammenstellen. (en) The seminar gives an introduction into the metabolism of macrophages and how to analyze it by using isotope-labeling experiments and modeling. Especially the role of itaconic acid, ROS, NO and glutathione is discussed. Afterwards, different analytical methods for studying the immunometabolism of different cell lines will be presented by the students. The students will plan themselves the workflow for the practical course to answer different biological questions. The students will present their work by using different presentation concepts (talk, poster, etc). Part of this preparation will also be a seminar on scientific writing and generation of scientific graphs, with the option that participants draft a manuscript presenting their data obtained during the practical course.

#### Literatur

wird im Seminar bekannt gegeben

### Immunmetabolismus

Karsten Hiller, Mario Lauterbach, Fabian Nikolka

1615044

Praktische Übung

Beginn: 03.07.2023

Ende: 21.07.2023

Blockveranstaltung

09:00 - 17:00 Uhr

#### Kommentar

Qualifikationsziele: (de) ? Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage ? die Bedeutung des Stoffwechsels von Immunzellen während einer Infektion/Inflammation zu erläutern. ? moderne analytische Techniken wie Isotopen Markierung, Massenspektrometrie und metabolische Flussanalyse anzuwenden. ? GC-MS Daten auszuwerten und zu interpretieren. ? den Energiestoffwechsel mit Hilfe von Respirationsmessungen zu interpretieren. ? Konzepte zu entwickeln um systembiologische Fragestellungen mit Hilfe von verschiedenen Methoden zu beantworten. ? recherchierte wissenschaftliche Inhalte zu präsentieren und zu diskutieren. ? sich inhaltlich kontrovers mit wissenschaftlichen Themen und Fragestellungen in einer Gruppendiskussion auseinanderzusetzen. (en) After completing the module, students are able to ? explain the importance of the metabolism of immune cells during infection/inflammation ?

apply modern analytical techniques, such as isotope labelling, mass spectrometry and metabolic flux analysis ? evaluate and interpret GC-MS data. ? interpret the energy metabolism by means of respiration measurements. ? develop concepts for solving systems biology problems with the help of different methods. ? present and discuss scientific work ? discuss controversial scientific topics and questions Inhalte: (de) Im Praktikum setzen die Studierenden dann ihr theoretisch ermitteltes Wissen selbstständig um. Dabei werden pathogene Bakterien mit Makrophagen zusammen kultiviert und mithilfe von metabolischen Messungen der Einfluss der Infektion auf die Makrophagen bestimmt. Zusätzlich wird die antibakterielle Effizienz der Makrophagen ermittelt und dabei untersucht, in wie weit eine metabolische Modulation des Stoffwechsels der Makrophagen die antimikrobielle Effizienz beeinflusst. Folgende Techniken werden dabei praktisch erlernt: Kultivierung von Makrophagen und Co-Kultivierung mit Bakterien, Metaboliten Extraktion, Respirationmessungen mit Seahorse Analyzer, GC-MS Messungen und die dazugehörige Datenanalyse, metabolische Flussanalyse mit stabilen Isotopen, Assays zur Bestimmung der antimikrobiellen Aktivität von Makrophagen. (en) Students will apply their theoretical knowledge to answer different biological questions by using the methods discussed in the seminar. The students will apply several methods, covering cell cultivation, metabolite extraction, seahorse measurements, GC-MS measurements and data analysis, metabolic flux analysis with stable isotopes, etc.

**Literatur**

wird in der Übung bekannt gegeben

# Netzwerkbiologie (Modulnr.: INF-MI-84)

**Leistungspunkte:**

5

**Workload:**

150 h

**SWS:**

4

**Anzahl Semester:**

1

**Qualifikationsziele:**

(DE) Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls besitzen die Studierenden ein Grundlegendes Verständnis der Graphentheorie und ihren Anwendungen bei der Auswertung biomedizinischer Daten. Sie können Werkzeuge der Netzwerkbiologie verwenden sowie Netzwerkanalysen fundiert bewerten und sind prinzipiell in der Lage neue Graph-basierte Methoden zur Auswertung biomedizinischer Daten zu entwickeln. (EN) After successful completion of this module, students will have a basic understanding of graph theory and its applications for the analysis of biomedical data. They will be able to use network biology tools and critically assess network analyses. They will be capable to devise new graph-based strategies for the analysis of biomedical data.

**Inhalte:**

(DE) - Einstieg Graphentheorie - Biologische Netzwerke - Biologische Netzwerkdatenbanken - Statistische Netzwerkanalyse - Graphalgorithmen - Graph-basiertes Maschinelles Lernen (EN - Introduction graph theory - Biological networks - Biological network databases - Statistical network analysis - Graph algorithms - Graph-based machine learning

**Lernformen:**

(DE) Vorlesung, Übung (EN) Lecture, Exercise

**Prüfungsmodalitäten:**

(DE) 1 Prüfungsleistung: Klausur, 90 Minuten, oder mündliche Prüfung, 30 Minuten 1 Studienleistung: 50% der Übungsaufgaben müssen bestanden sein (EN 1 graded work: written exam, 90 minutes, or oral exam, 30 minutes 1 non-graded work: 50% of exercises must be passed

**Literatur:**

wird noch bekanntgegeben

**Modulverantwortlicher:**

Kacprowski, Tim, Prof. Dr.

## Netzwerkbiologie

**Tim Kacprowski, Simone Scharke**

**4217057**

Vorlesung

Beginn: 13.04.2023

Ende: 20.07.2023

wöchentlich

Do, 16:30 - 18:00 Uhr

**Kommentar**

QUALIFIKATIONSZIELE: (DE) Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls besitzen die Studierenden ein Grundlegendes Verständnis der Graphentheorie und ihren Anwendungen bei der Auswertung biomedizinischer Daten. Sie können Werkzeuge der Netzwerkbiologie verwenden sowie Netzwerkanalysen fundiert bewerten und sind prinzipiell in der Lage neue Graph-basierte Methoden zur Auswertung biomedizinischer Daten zu entwickeln. (EN) After successful completion of this module, students will have a basic understanding of graph theory and its applications for the analysis of biomedical data. They will be able to use network biology tools and critically assess network analyses. They will be capable to devise new graph-based strategies for the analysis of biomedical data. INHALTE: (DE) - Einstieg Graphentheorie - Biologische Netzwerke - Biologische Netzwerkdatenbanken - Statistische Netzwerkanalyse - Graphalgorithmen - Graph-basiertes Maschinelles Lernen (EN) - Introduction graph theory - Biological networks - Biological network databases - Statistical network analysis - Graph algorithms - Graph-based machine learning

**Literatur**

wird noch bekanntgegeben

**Bemerkung**

Prüfungsmodalitäten: (DE) 1 Prüfungsleistung: Klausur, 90 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 Minuten 1 Studienleistung: 50% der Übungsaufgaben müssen bestanden sein (EN 1 Prüfungsleistung: written exam, 90 minutes or oral exam, 30 minutes 1 Studienleistung: 50% of exercises must be passed

## Netzwerkbiologie

Tim Kacprowski

4217058

Übung

Beginn: 10.04.2023

Ende: 17.07.2023

wöchentlich

Mo, 16:45 - 18:15 Uhr

### Kommentar

QUALIFIKATIONSZIELE: (DE) Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls besitzen die Studierenden ein Grundlegendes Verständnis der Graphentheorie und ihren Anwendungen bei der Auswertung biomedizinischer Daten. Sie können Werkzeuge der Netzwerkbiologie verwenden sowie Netzwerkanalysen fundiert bewerten und sind prinzipiell in der Lage neue Graph-basierte Methoden zur Auswertung biomedizinischer Daten zu entwickeln. (EN) After successful completion of this module, students will have a basic understanding of graph theory and its applications for the analysis of biomedical data. They will be able to use network biology tools and critically assess network analyses. They will be capable to devise new graph-based strategies for the analysis of biomedical data. INHALTE: (DE) - Einstieg Graphentheorie - Biologische Netzwerke - Biologische Netzwerkdatenbanken - Statistische Netzwerkanalyse - Graphalgorithmen - Graph-basiertes Maschinelles Lernen (EN) - Introduction graph theory - Biological networks - Biological network databases - Statistical network analysis - Graph algorithms - Graph-based machine learning

### Literatur

wird noch bekanntgegeben

### Bemerkung

Prüfungsmodalitäten: (DE) 1 Prüfungsleistung: Klausur, 90 Minuten oder mündliche Prüfung,

30 Minuten 1 Studienleistung: 50% der Übungsaufgaben müssen bestanden sein (EN 1

Prüfungsleistung: written exam, 90 minutes or oral exam, 30 minutes 1 Studienleistung: 50% of exercises must be passed

# **Data Science in Anwendungen [15-25 LP] - Data Science in Engineering**

# Fundamentals of Turbulence Modeling (Modulnr.: MB-ISM-38)

## Fundamentals of Turbulence Modeling

Andre Weiner

2512005

Vorlesung/Übung

wöchentlich

Di, 10:30 - 12:00 Uhr

wöchentlich

Di, 16:00 - 17:00 Uhr

### Kommentar

Qualifikationsziele: (D) Die Studierenden erwerben die Konzepte und Grundlagen der ingenieurwissenschaftlichen Turbulenzmodellierung. Die Studierenden lernen die zugrunde liegende Physik, die Annahmen und die Anwendung verschiedener Turbulenzmodelle kennen. Sie kennen die Annahmen, die zugrunde liegenden Gleichungen und die numerischen Algorithmen der einzelnen Methoden. Die Studierenden sind in der Lage, die Ergebnisse von Simulationen mit Skalenauflösung kritisch zu erklären und zu bewerten. Am Ende des Kurses sind die Studierenden in der Lage, Konzepte aus der Turbulenzmodellierung für die Lösung von Problemen im Bereich der Ingenieurwissenschaften anzuwenden. (E) Students acquire the concepts and fundamentals of engineering turbulence modeling. Students learn the underlying physics, assumptions and application of various turbulence models. They know the assumptions, governing equations, and the numerical algorithms of each methodology. Students are able to explain and evaluate the results of scale-resolution simulations in a critical way. At the end of the course, students will be able to use concepts from turbulence modeling for the solution of problems within the engineering field. Inhalte: (D) - Numerische Simulationen von Fluidströmungen - Überblick numerische Ansätze für Turbulenzsimulationen (RANS, ... , LES, DNS) - RANS: Turbulenz Modellierung - LES: teilweise aufgelöste Skalen (Filterung, Modellierung nicht aufgelöster Skalen, Rand- und Anfangsbedingungen, Anforderungen an numerische Schemata und Auflösung) - Hybrid RANS-LES - Anwendungen Skalenauflösende Simulationen (E) - Numerical simulation of fluid flow - Overview of computational approaches to turbulent flow (RANS, ?, LES, DNS) - RANS: turbulence modeling - LES: partly resolved turbulence (filtering, modeling of unresolved scales, boundary and initial conditions requirements on numerical scheme and resolution) - Hybrid RANS-LES - Applications of scale-resolving simulations

### Literatur

1) Turbulence Modeling for CFD, Third edition, by David C. Wilcox 2) Large Eddy Simulation for Incompressible Flows: An Introduction, P. Sagaut, 2005 3) Computational Techniques for Fluid Dynamics, Volume I, Springer, 1997, C.A.J. Fletcher

# Grundlagen des Küsteningenieurwesens (Modulnr.: BAU-STD5-09)

## Seminar in Coastal Engineering

Nils Goseberg, Benedikt Bratz

4320021

Seminar

wöchentlich

Do, 16:45 - 17:15 Uhr

### Kommentar

Einblick in den aktuellen Forschungsstand vielfältiger Bereiche des Küsteningenieurwesens

# Introduction to Finite Element Methods (Modulnr.: BAU-STD5-47)

## Introduction to Finite Element Methods

Ursula Kowalsky, Franziska Wahl

4312001

Übung

### Kommentar

(en) Exercises concerning the subjects of the lecture regarded; Comparison of different models and discretizations; programming using MATLAB; homework (de) Übungen zu den Inhalten der Vorlesung; Vergleich verschiedener Modelle und Diskretisierungen; Programmierlabor; Hausübung

### Literatur

(en) compare hints at lecture (de) vgl. Hinweise zur Vorlesung

### Bemerkung

(en) Students must attend the excercises, which are Computer-Labs, to get practice in programming FEM problems and to be able to discuss solutions of numerical analyses. Without attending the Computer-Labs the goal of qualification will not be reached. (de) Die Teilnahme an den Computer-Lab Übungen ist obligatorisch. Die Studierenden lernen, FE-Modellen programmtechnisch zu erstellen und die Ergebnisse numerischer Analysen zu diskutieren. Ohne die Teilahme an den Computer-Labs kann die Qualifikation nicht erreicht werden.

## Introduction to Finite Element Methods

Ursula Kowalsky, Franziska Wahl

4312002

Vorlesung

wöchentlich

Mi, 08:00 - 09:30 Uhr

### Kommentar

(en) Displacement-based finite elements for 1D and 2D elasticity problems as well as for stationary heat conduction problems; FEM algorithm including postprocessing; numerical integration, isoparametric elements (de) Finite Weggrößenelemente für 1D- und 2D-Strukturen, Elastizitäts- und Temperaturprobleme, Betrachtung des Gesamtsystems, Nachlaufrechnung, numerische Integration, isoparametrische Elemente

### Literatur

- Bathe, K.J.: Finite Element Methods, Springer - Zienkiewicz, O.C.; Taylor, R.L.: The Finite Element Method, Butterworth Heinemann - Hughes, T.J.R.: The Finite Element Method - Linear Static and Dynamic Finite Element Analysis, Prentice-Hall Inc.



# Ökologische Modellierung (WS 2014/15) (Modulnr.: GEA-UA-13)

**Leistungspunkte:**

6

**Workload:**

180 h

**SWS:**

4

**Anzahl Semester:**

1

**Qualifikationsziele:**

(de) Die Studierenden kennen die zentralen Methoden der Verbreitungsmodellierung aus den Bereichen Statistik und machine learning. Sie kennen zudem die wichtigsten Ansätze zur Erstellung von Populationsmodellen. Sie können beide Modellierungsmethoden zur Bearbeitung von geoökologischen und naturschutzbiologischen Fragestellungen verwenden und kennen die Vor- und Nachteile dieser Ansätze. Sie können Daten und Modelle visualisieren und interpretieren sowie zugrundeliegende Annahmen überprüfen und Parametersensitivitäten abschätzen. (en) After successful completion of the module, students have knowledge of the key - statistical and machine learning - methods of species distribution modelling. They also have knowledge of the most important approaches to population dynamic modelling. The students are able to apply both modelling methods for dealing with geoecological and conservation biological questions and they know the advantages and disadvantages of these methods. They are capable to visualise and interpret data and models and to check underlying assumptions as well as to evaluate parameter sensitivities.

**Inhalte:**

(de) [Verbreitungs- und Populationsmodelle (VÜ)] # Herangehensweise und Methodik der ökologischen Modellierung # Theoretische Grundlagen für die angeleitete Erstellung ökologischer Modelle in der Übung # Anwendungsbeispiele von Modellen in der Ökologie und Naturschutzbiologie # Ansätze für Verbreitungsmodelle aus Statistik und Machine Learning (parametrische, semi-parametrische und nicht-parametrische Verfahren) # Individuenbasierte Modellierung # Erstellung von Verbreitungsmodellen in R (o. vergleichbarer Software) # Erstellung von individuenbasierten Populationsmodellen mit NetLogo (o. vergleichbarer Software) (en) [Distribution and population models(VÜ)] # Approaches to and methods of ecological modelling # Theoretical basics for the generation of ecological models (instructed in the exercises) # Application examples of models in ecology and conservation biology # Approaches to species distribution models in statistics and machine learning (parametric, semi-parametric and non-parametric techniques) # Individual-based (agent-based) modelling # Programming of species distribution models in R (or comparable software) # Programming of individual-based population models with NetLogo (or comparable software)

**Lernformen:**

(de)Vorlesung, Übung (en) Lecture, Exercises

**Prüfungsmodalitäten:**

(de) Prüfungsleistung: Erstellung und Dokumentation von Rechnerprogrammen (en) Examination: Generation and documentation of computer programs

**Literatur:**

(de) Franklin J 2010: Mapping Species Distributions - Spatial Inference and Prediction. Railsback SF, Grimm V 2011: Agent-based and individual-based modeling: A practical introduction. Weitere Literatur wird online zur Verfügung gestellt. (en) - Franklin J 2010: Mapping Species Distributions - Spatial Inference and Prediction. - Railsback SF, Grimm V 2011: Agent-based and individual-based modeling: A practical introduction. Additional literature will be provided online.

**Modulverantwortlicher:**

Schröder-Esselbach, Boris, Prof. Dr. rer. nat.

## Verbreitungs- und Populationsmodelle

**Anett Schibalski, Boris Schröder-Esselbach**

**1116018**

Vorlesung/Übung

wöchentlich

Mi, 13:15 - 17:30 Uhr

Langer Kamp 19 c (3310)

3310.02.201A - LK 19c.4

**Kommentar**

Die Studierenden lernen die zentralen Methoden der Verbreitungsmodellierung aus den Bereichen Statistik und Machine Learning sowie die wichtigsten Ansätze zur Erstellung von Populationsmodellen kennen. Sie können beide Modellierungsmethoden zur Bearbeitung von geoökologischen und naturschutzbiologischen Fragestellungen verwenden und kennen die Vor- und Nachteile dieser Ansätze. Sie können Daten und Modelle visualisieren und interpretieren sowie zugrundeliegende Annahmen überprüfen und Parametersensitivitäten abschätzen. Im Kurs werden

R (statistische Software) und NetLogo genutzt. Vorkenntnisse im Programmieren (bevorzugt R) werden vorausgesetzt. NetLogo wird neu eingeführt (keine Vorkenntnisse erforderlich).

# Grundlegende Messmethoden in der Strömungsmechanik (Modulnr.: MB-ISM-41)

## Grundlegende Messverfahren in der Strömungsmechanik

André Bauknecht

2512008

Labor

### Kommentar

(D): Die Studierenden gewinnen praktische Erfahrungen durch die Vorbereitung und Durchführung strömungsmechanischer Versuche im Windkanal und erwerben Grundkenntnisse im Umgang mit ausgewählten Messmethoden zur Bestimmung von strömungsmechanischen Größen wie Druck und Geschwindigkeit. Die Studierenden gewinnen ein anschauliches Verständnis von der Gültigkeit der theoretischen Konzepte und Näherungen in der Strömungsmechanik. (E): The students gain practical experience in preparing and conducting fluid mechanics experiments in the wind tunnel and acquire basic knowledge in the application of selected measurement methods for the determination of fluid mechanics quantities such as pressure and velocity. Students gain a concrete understanding of the validity of theoretical concepts and approximations in fluid mechanics. Inhalte / Contents (D): Inhalte der einzelnen Laborversuche: 1. Grundlagen von Windkanälen und Richtungsabhängigkeit von Druckmesssonden 2. Druckverteilungsmessung eines aerodynamischen Profils (E): Contents of the individual laboratory experiments: 1. Fundamentals of wind tunnels and directionality of pressure probes 2. Pressure distribution measurement of an aerodynamic airfoil

### Literatur

H. Eckelmann: Einführung in die Strömungsmesstechnik, Teubner, 1997 W. Nitsche: Strömungsmesstechnik, Springer, 2005 C. Tropea, A. L. Yarin, J. F. Foss: Springer Handbook of Experimental Fluid Mechanics, Springer Verlag, 2007 H. Oertel sen., H. Oertel jun.: Optische Strömungsmesstechnik, G. Braun Verlag, Karlsruhe 1989 M. Raffel, C. Willert, J. Kompenhans: Particle Image Velocimetry, Springer Verlag, 1997 W. Merzkirch: Flow Visualization, Acad. Press Inc., 1997

### Bemerkung

(D): Messmethoden in der Strömungsmechanik (V): 2 SWS in Kombination mit Grundlegende Messverfahren in der Strömungsmechanik (L). Empfohlene Voraussetzungen: Vertiefte Kenntnisse der Strömungsmechanik und der Aerodynamik der Flugzeuge. Voraussetzungen: Kenntnisse aus dem Bachelor-Studium bezüglich Strömungsmechanik, Physik und Elektrotechnik (E): Measurement Methods in Fluid Mechanics (V): 2 SWS in combination with Basic Measurement Methods in Fluid Mechanics (L). Recommended prerequisites: In-depth knowledge of fluid mechanics and aircraft aerodynamics. Prerequisites: Knowledge from the bachelor's program regarding fluid mechanics, physics and electrical engineering.

## Messmethoden in der Strömungsmechanik

André Bauknecht

2512012

Vorlesung

wöchentlich

Mi, 10:30 - 12:00 Uhr

### Kommentar

Qualifikationsziele: (D): Die Studierenden sind in der Lage, mechanische, elektrische und optische Messmethoden zur Bestimmung von strömungsmechanischen Größen wie Druck, Dichte, Geschwindigkeit, Temperatur und Wandschubspannung zu erklären. Neben dem Funktionsprinzip und der Genauigkeit der einzelnen Messverfahren können die Studierenden auch deren Möglichkeiten und Grenzen bewerten und Methoden benutzen, diese zu erweitern und zu verbessern. Im Rahmen der Laborveranstaltung wenden die Studierenden die vorgestellten Messtechniken im praktischen Umgang an. (E): The students are able to explain mechanical, electrical and optical measurement techniques to determine fluid mechanical quantities like pressure, density, velocity, temperature and shear stress. Beyond the basic principle and the accuracy of the different measurement techniques, the students can evaluate the limitations of the techniques and use methods to improve and expand them. In their laboratory exercises, the students apply the measurement techniques as a hands-on experience. Inhalte: (D): Theorie und Experiment, Messunsicherheiten, Verfahren zur Visualisierung von Strömungen (Rauchlinien, Anstrichbilder, Laserlichtschnittverfahren etc.), Druckmessverfahren, Kraftmessung, Hitzdrahttechnik, Grundlagen der Optik, Particle Image Velocimetry (PIV) und deren Erweiterungen, Schlierenverfahren, Thermographie, Pressure Sensitive Paint (PSP), Partikelmesstechnik. (E): Theory and Experiment, Measurement Uncertainties, Methods to visualize flow (smoke, oil flow pictures, laser sheet visualization), pressure measurement, force measurement, hot-

wire anemometry, basics of optics, Particle Image Velocimetry (PIV) and its extensions, Schlieren techniques, thermography, pressure sensitive paint, particle measurement techniques. Medienformen (D): Tafel, Beamer, Laborexperimente, Skript (E): Board, projector, laboratory experiments, lecture notes

**Literatur**

1. H. Eckelmann: Einführung in die Strömungsmesstechnik, Teubner, 1997 2. W. Nitsche: Strömungsmesstechnik, Springer, 2005 3. C. Tropea, A. L. Yarin, J. F. Foss: Springer Handbook of Experimental Fluid Mechanics, Springer Verlag, 2007 4. H. Oertel sen., H. Oertel jun.: Optische Strömungsmesstechnik, G. Braun Verlag, Karlsruhe 1989 5. M. Raffel, C. Willert, J. Kompenhans: Particle Image Velocimetry, Springer Verlag, 1997 6. W. Merzkirch: Flow Visualization, Acad. Press Inc., 1987 7. Vorlesungsskript "Measurement methods in fluid mechanics"

**Bemerkung**

(D): Messmethoden in der Strömungsmechanik (V): 2 SWS in Kombination entweder mit Strömungslabor (L): 3 SWS, Experimentelle Verfahren in der Strömungsmechanik (L): 1 SWS oder Grundlegende Messverfahren in der Strömungsmechanik (L). Empfohlene Voraussetzungen: Vertiefte Kenntnisse der Strömungsmechanik und der Aerodynamik der Flugzeuge. Voraussetzungen: Kenntnisse aus dem Bachelor-Studium bezüglich Strömungsmechanik, Physik und Elektrotechnik (E): Measurement Methods in Fluid Mechanics (V): 2 SWS in combination either with Fluid Mechanics Laboratory (L): 3 SWS, Experimental Methods in Fluid Mechanics (L): 1 SWS, or Basic Measurement Methods in Fluid Mechanics (L). Recommended prerequisites: In-depth knowledge of fluid mechanics and aircraft aerodynamics. Prerequisites: Knowledge from the bachelor's program regarding fluid mechanics, physics and electrical engineering.

# Deep Learning in Remote Sensing (Modulnr.: BAU-STD5-86)

## Deep Learning in Remote Sensing

Mehdi Maboudi

1120022

Übung

wöchentlich

Mi, 11:30 - 13:00 Uhr

### Kommentar

(en) Each of the topics in the lectures is supplemented by practical parts to enable the students to process real-world remote sensing datasets, efficiently. Upon completion of this course, the students will be able to better understand basic principles and applications of deep learning and to apply them on image analysis problems. (de) Nach erfolgreichem Abschluss dieses Kurses besitzen die Studierenden die Fähigkeit, die Grundprinzipien und Anwendungen des Deep Learning und können sie sowohl auf die Fernerkundung als auch auf ähnliche Probleme anwenden.

### Literatur

? Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems, Aurélien Géron, 2019. ? Pattern Recognition and Machine Learning, Bishop, C. M. 2006 ? Machine Learning with PyTorch and Scikit-Learn, Sebastian Raschka, Yuxi (Hayden) Liu, Vahid Mirjalili, 2022 ? Deep Learning, Goodfellow, Y. Bengio, and A. Courville, MIT Press, 2016 ? Deep Learning for Remote Sensing Images with Open Source Software, Rémi Cresson, CRC Press, 2020.

### Bemerkung

(en) Students are expected to have knowledge of Python programming. While this course will also introduce the basics of the Python programming in TensorFlow and PyTorch for deep learning, the students need some background in machine learning. Moreover, familiarity with the basic probability theory as well as linear algebra is necessary. (de) Die Studierenden sollten Kenntnisse in der Python-Programmierung haben. Obwohl dieser Kurs auch in die Grundlagen der Python-Programmierung in TensorFlow und PyTorch für Deep Learning einführt, benötigen die Studierenden einige Vorkenntnisse im maschinellen Lernen. Außerdem sind Kenntnisse der grundlegenden Wahrscheinlichkeitstheorie und der linearen Algebra erforderlich.

## Deep Learning in Remote Sensing

Mehdi Maboudi

1120033

Vorlesung

### Kommentar

(en) As it is planned, the students should first take ?Machine learning? or any similar course like ?Pattern Recognition? in Winter semester and then ?Deep learning in Remote Sensing? in Summer semester. In this course students are introduced to the concepts of deep learning in order to process Remote sensing data. Remote sensing is the science that provides geometric and semantic information about objects at or near the surface of the Earth using the sensors which are installed on satellites or other airborne platforms. Along with fundamentals of remote sensing, some applications like object detection and classification especially on images and also regression algorithms on remote sensing observations will be covered. In the context of image understanding, an introduction to digital image processing will be given, which deals with the application of filters on the images to extract the information which could be used in machine learning and deep learning algorithms. After completing the course, students know and understand the most important concepts of deep learning for image analysis. Furthermore, a student is able to implement a selection of algorithms and evaluate the respective result. (de) Die Studierenden im Wintersemester zunächst "Maschinelles Lernen" oder einen ähnlichen Kurs wie "Mustererkennung" und im Sommersemester "Deep Learning in Remote Sensing" belegen. In diesem Kurs werden die Studierenden in die Konzepte des Deep Learning eingeführt, um Fernerkundungsdaten zu verarbeiten. Fernerkundung ist die Wissenschaft, die geometrische und semantische Informationen über Objekte an oder nahe der Erdoberfläche mit Hilfe von Sensoren auf Satelliten oder anderen luftgestützten Plattformen liefert. Neben den Grundlagen der Fernerkundung werden einige Anwendungen wie die Objekterkennung und -klassifikation insbesondere auf Bildern und auch Regressionsverfahren bei Fernerkundungsbeobachtungen behandelt. Im Zusammenhang mit der Bildanalyse wird eine Einführung in die digitale Bildverarbeitung gegeben, die sich mit der Anwendung von Filtern auf die Bilder befasst, um die Informationen zu extrahieren, die beim Maschinellen Lernen und bei Algorithmen des Deep Learning verwendet werden könnten. Nach Abschluss des Kurses kennen und verstehen die Studierenden die wichtigsten Konzepte des Deep

Learning für die Bildanalyse. Darüber hinaus ist ein Studierender in der Lage, eine Auswahl von Algorithmen zu implementieren und das jeweilige Ergebnis zu bewerten.

**Literatur**

? Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems, Aurélien Géron, 2019. ? Pattern Recognition and Machine Learning, Bishop, C. M. 2006 ? Machine Learning with PyTorch and Scikit-Learn, Sebastian Raschka, Yuxi (Hayden) Liu, Vahid Mirjalili, 2022 ? Deep Learning, Goodfellow, Y. Bengio, and A. Courville, MIT Press, 2016 ? Deep Learning for Remote Sensing Images with Open Source Software, Rémi Cresson, CRC Press, 2020.

**Bemerkung**

(en) Students are expected to have knowledge of Python programming. While this course will also introduce the basics of the Python programming in TensorFlow and PyTorch for deep learning, the students need some background in machine learning. Moreover, Familiarity with the basic probability theory as well as linear algebra is necessary. Along with introducing the concepts of deep learning, the lectures will provide a refresher on neural networks. However, familiarity with these concepts would be necessary. (de) Die Studierenden sollten Kenntnisse in der Python-Programmierung haben. Obwohl dieser Kurs auch in die Grundlagen der Python-Programmierung in TensorFlow und PyTorch für Deep Learning einführt, benötigen die Studierenden einige Vorkenntnisse im maschinellen Lernen. Außerdem sind Kenntnisse der grundlegenden Wahrscheinlichkeitstheorie und der linearen Algebra erforderlich. Neben der Einführung in die Konzepte des Deep Learning wird in den Vorlesungen auch eine Auffrischung der Kenntnisse über neuronale Netze vermittelt. Eine vorherige Vertrautheit mit diesen Konzepten ist jedoch erforderlich.

# **Data Science in Anwendungen [15-25 LP] - Medizin**

# **Data Science in Anwendungen [15-25 LP] - Signal and Image Processing**



# Netzwerk-Informationstheorie (Modulnr.: ET-NT-65)

**Leistungspunkte:**

6

**Workload:**

180 h

**SWS:**

4

**Anzahl Semester:**

1

**Qualifikationsziele:**

Die Studierenden kennen die Bausteine komplexer Kommunikationsnetzwerke, d. h. den Mehrfachzugriffskanal, den Broadcastkanal, den Relaiskanal und den Interferenzkanal, deren erreichbare Raten- oder Kapazitätsregionen sowie zugehörige Codierungs- und Decodierungsverfahren. Sie erwerben das Wissen zum Systementwurf von zukünftigen Mobilfunk- und Multihop-Systemen sowie Ad-hoc-Netzwerken. Sie verfügen über informationstheoretische und mathematische Werkzeuge zum Beweisen von Codierungstheoremen. Die Studenten kennen sowohl den Stand der Technik als auch die offenen Probleme der Netzwerk-Informationstheorie. After completing the lecture, the students will know the building blocks of complex communications networks, i.e., the multiple-access channel, the broadcast channel, the relay channel and the interference channel, their achievable rates and capacity regions including coding and decoding schemes. In addition, the students obtain knowledge to design future wireless and multi-hop as well as ad-hoc networks. They master information-theoretic and mathematical tools to prove coding theorems. They know the state of the art as well as open problems in network information theory.

**Inhalte:**

#Wiederholung Punkt-zu-Punkt Kanalkapazität und Codierungstheorem #Stark-typische Sequenzen und deren Eigenschaften #Vielfachzugriffskanal: Kapazitätsregion und Vergleich mit TDMA/FDMA/SDMA/NOMA #Broadcastkanal: degradiertes BC Kapazitätsregion, nicht-degradiertes BC erreichbare Ratenregion und Rückrichtung #Interferenzkanal: sehr starke, starke und schwache Interferenz Kapazitätsregion, mittlere Interferenz erreichbare Ratenregion und Rückrichtung #Relaiskanal: erreichbare Verfahren Amplify-and-Forward, Decode-and-Forward, Compress-and-Forward, Estimate-and-Forward #Verallgemeinerung und Anwendung der Elemente auf komplexe Netzwerke Contents: #Review point-to-point channel capacity and coding theorem #Strong typical sequences and their properties #Multiple-Access Channel: Capacity region compared to TDMA/FDMA/SDMA/NOMA #Broadcast Channel: degraded BC capacity region, non-degraded BC achievable rate region and converse #Interference Channel: very strong, strong, weak interference capacity region, medium interference achievable rate region and converse #Relay Channel: achievable schemes amplify-and-forward, decode-and-forward, compress-and-forward, estimate-and-forward #Generalization and application of elements to complex networks

**Lernformen:**

Vorlesung, Übung

**Prüfungsmodalitäten:**

(DE) Prüfungsleistung: Klausur 90 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten (EN) Examination: Written exam 90 minutes or oral examination 30 minutes

**Literatur:**

#A. El Gamal and Y.-H. Kim: Network Information Theory, Cambridge University Press, 2011. #D. Tse and P. Viswanath: Fundamentals of Wireless Communications, Cambridge University Press, 2007. #T. M. Cover and J. A. Thomas: Elements of Information Theory, 2nd ed., New York: Wiley-Interscience, Juli 2006. #S. Boyd and L. Vandenberghe: Convex Optimization, Cambridge University Press, 2004. #R. W. Yeung: Information Theory and Network Coding, Part I, Springer, 2008.

**Modulverantwortlicher:**

Jorswieck, Eduard, Prof. Dr.-Ing.

## Netzwerk-Informationstheorie

Eduard Jorswieck, Carsten Janda, Pin-Hsun Lin

2424115

Vorlesung

wöchentlich

Mo, 15:00 - 16:30 Uhr

**Kommentar**

Die Studierenden kennen die Bausteine komplexer Kommunikationsnetzwerke, d. h. den Mehrfachzugriffskanal, den Broadcastkanal, den Relaiskanal und den Interferenzkanal, deren erreichbare Raten- oder Kapazitätsregionen sowie zugehörige Codierungs- und Decodierungsverfahren. Sie erwerben das Wissen zum Systementwurf von zukünftigen Mobilfunk- und Multihop-Systemen sowie Ad-hoc-Netzwerken. Sie verfügen über informationstheoretische und mathematische Werkzeuge zum Beweisen von Codierungstheoremen. Die Studenten kennen sowohl den Stand der Technik als auch die offenen Probleme der Netzwerk-Informationstheorie. After completing the lecture, the students will know the building blocks of complex communications

networks, i.e., the multiple-access channel, the broadcast channel, the relay channel and the interference channel, their achievable rates and capacity regions including coding and decoding schemes. In addition, the students obtain knowledge to design future wireless and multi-hop as well as ad-hoc networks. They master information-theoretic and mathematical tools to prove coding theorems. They know the state of the art as well as open problems in network information theory. Inhalte: - Wiederholung Punkt-zu-Punkt Kanalkapazität und Codierungstheorem - Stark-typische Sequenzen und deren Eigenschaften - Vielfachzugriffskanal: Kapazitätsregion und Vergleich mit TDMA/FDMA/SDMA/NOMA - Broadcastkanal: degradiertes BC Kapazitätsregion, nicht-degradiertes BC erreichbare Ratenregion und Rückrichtung - Interferenzkanal: sehr starke, starke und schwache Interferenz Kapazitätsregion, mittlere Interferenz erreichbare Ratenregion und Rückrichtung - Relaiskanal: erreichbare Verfahren Amplify-and-Forward, Decode-and-Forward, Compress-and-Forward, Estimate-and-Forward - Verallgemeinerung und Anwendung der Elemente auf komplexe Netzwerke Contents: - Review point-to-point channel capacity and coding theorem - Strong typical sequences and their properties - Multiple-Access Channel: Capacity region compared to TDMA/FDMA/SDMA/NOMA - Broadcast Channel: degraded BC capacity region, non-degraded BC achievable rate region and converse - Interference Channel: very strong, strong, weak interference capacity region, medium interference achievable rate region and converse - Relay Channel: achievable schemes amplify-and-forward, decode-and-forward, compress-and-forward, estimate-and-forward - Generalization and application of elements to complex networks

**Literatur**

? A. El Gamal and Y.-H. Kim: Network Information Theory, Cambridge University Press, 2011. ? D. Tse and P. Viswanath: Fundamentals of Wireless Communications, Cambridge University Press, 2007. ? T. M. Cover and J. A. Thomas: Elements of Information Theory, 2nd ed., New York: Wiley-Interscience, Juli 2006. ? S. Boyd and L. Vandenberghe: Convex Optimization, Cambridge University Press, 2004. ? R. W. Yeung: Information Theory and Network Coding, Part I, Springer, 2008.

**Bemerkung**

Die Vorlesung "Netzwerk-Informationstheorie" wird im WS 2021/2022 zum letzten Mal gelesen und wechselt im SS 2022 ins Sommersemester. Die Vorlesung wird Deutsch oder Englisch gelesen.

## Netzwerk-Informationstheorie

Eduard Jorswieck, Carsten Janda, Pin-Hsun Lin

2424116

Übung

wöchentlich

Mo, 08:00 - 09:30 Uhr

**Kommentar**

Die Studierenden kennen die Bausteine komplexer Kommunikationsnetzwerke, d. h. den Mehrfachzugriffskanal, den Broadcastkanal, den Relaiskanal und den Interferenzkanal, deren erreichbare Raten- oder Kapazitätsregionen sowie zugehörige Codierungs- und Decodierungsverfahren. Sie erwerben das Wissen zum Systementwurf von zukünftigen Mobilfunk- und Multihop-Systemen sowie Ad-hoc-Netzwerken. Sie verfügen über informationstheoretische und mathematische Werkzeuge zum Beweisen von Codierungstheoremen. Die Studenten kennen sowohl den Stand der Technik als auch die offenen Probleme der Netzwerk-Informationstheorie. After completing the lecture, the students will know the building blocks of complex communications networks, i.e., the multiple-access channel, the broadcast channel, the relay channel and the interference channel, their achievable rates and capacity regions including coding and decoding schemes. In addition, the students obtain knowledge to design future wireless and multi-hop as well as ad-hoc networks. They master information-theoretic and mathematical tools to prove coding theorems. They know the state of the art as well as open problems in network information theory. Inhalte: - Wiederholung Punkt-zu-Punkt Kanalkapazität und Codierungstheorem - Stark-typische Sequenzen und deren Eigenschaften - Vielfachzugriffskanal: Kapazitätsregion und Vergleich mit TDMA/FDMA/SDMA/NOMA - Broadcastkanal: degradiertes BC Kapazitätsregion, nicht-degradiertes BC erreichbare Ratenregion und Rückrichtung - Interferenzkanal: sehr starke, starke und schwache Interferenz Kapazitätsregion, mittlere Interferenz erreichbare Ratenregion und Rückrichtung - Relaiskanal: erreichbare Verfahren Amplify-and-Forward, Decode-and-Forward, Compress-and-Forward, Estimate-and-Forward - Verallgemeinerung und Anwendung der Elemente auf komplexe Netzwerke Contents: - Review point-to-point channel capacity and coding theorem - Strong typical sequences and their properties - Multiple-Access Channel: Capacity region compared to TDMA/FDMA/SDMA/NOMA - Broadcast Channel: degraded BC capacity region, non-degraded BC achievable rate region and converse - Interference Channel: very strong, strong, weak interference capacity region, medium interference achievable rate region and converse - Relay Channel: achievable schemes amplify-and-forward, decode-and-forward, compress-and-forward, estimate-and-forward - Generalization and application of elements to complex networks

**Literatur**

- A. El Gamal and Y.-H. Kim: Network Information Theory, Cambridge University Press, 2011.  
- D. Tse and P. Viswanath: Fundamentals of Wireless Communications, Cambridge University Press, 2007. - T.M. Cover and J.A. Thomas: Elements of Information Theory, 2nd ed., New York:

Wiley-Interscience, Juli 2006. - S. Boyd and L. Vandenberghe: Convex Optimization, Cambridge University Press, 2004. - R. W. Yeung: Information Theory and Network Coding, Part I, Springer, 2008.

**Bemerkung**

Die Übung "Netzwerk-Informationstheorie" wird im WS 2021/2022 zum letzten Mal gelesen und wechselt im SS 2022 ins Sommersemester. Sprache: Englisch oder Deutsch

# Digitale Signalverarbeitung (Modulnr.: ET-NT-77)

**Leistungspunkte:**

8

**Workload:**

240 h

**SWS:**

5

**Anzahl Semester:**

1

**Qualifikationsziele:**

(DE) Nach Abschluss dieses Moduls verstehen die Studierenden die grundlegenden Werkzeuge der Digitalen Signalverarbeitung im Zeit- und Frequenzbereich und können sie auf entsprechende Problemstellungen anwenden. Die Studierenden kennen die Rolle verschiedener Transformationen, wie die diskrete Fourier-Transformation und die z-Transformation, und können diese anwenden, um zeitdiskrete Systeme zu analysieren. Sie erwerben das Wissen zu Verfahren für den Entwurf von rekursiven IIR- und nicht-rekursiven FIR-Filtern und können zielgerichtet für eine Aufgabenstellung die richtige Entwurfsmethode auswählen. Im Rahmen der Rechnerübung und im zugehörigen Kolloquium wird das vermittelte Wissen von den Studierenden angewendet, zudem erwerben sie überfachliche Qualifikationen im Bezug auf Dokumentation, Gesprächsführung und Präsentationstechniken sowie die Teamarbeit im Labor oder Projekt. (EN) After completing this module, students will understand the basic tools of Digital Signal Processing in the time domain and frequency domain and can apply these tools to corresponding problems. Students are familiar with and understand the role of various transformations, such as the discrete Fourier transform and the z-transform, and can apply them to analyze discrete-time systems. They will obtain the knowledge of methods for the design of recursive IIR and non-recursive FIR filters, and are capable of selecting the appropriate design method for a given problem. As part of the computer exercise and the associated colloquium, students apply their knowledge. In addition, they obtain interdisciplinary skills with regard to documentation, interviewing and presentation techniques, as well as teamwork in the lab or project.

**Inhalte:**

(DE) # Zeitdiskrete Signale und Systeme # Fourier-Transformation für zeitdiskrete Signale und Systeme # Die z-Transformation # Entwurf von rekursiven IIR-Filtern # Entwurf von nichtrekursiven FIR-Filtern # Die diskrete Fourier-Transformation (DFT) und die schnelle Fourier-Transformation (FFT) # Multiratenysteme (EN) # Discrete-time signals and systems # Fourier transforms # Z-transforms and applications # Discrete-time IIR filter design # Discrete-time FIR filter design # Discrete Fourier Transform (DFT) and Fast Fourier Transform (FFT) # Basics of multi-rate processing and filter banks

**Lernformen:**

Übung Vorlesung Praktikum

**Prüfungsmodalitäten:**

(DE) Prüfungsleistung: Klausur 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten Studienleistung: Kolloquium oder Protokoll des Labors als Leistungsnachweis (EN) Examination: written exam 120 minutes or oral exam 30 minutes Course achievement: protocol to the laboratory experiments

**Literatur:**

- Vorlesungsfolien - A.V. Oppenheim, R.W. Schafer, J.R. Buck: "Zeitdiskrete Signalverarbeitung", Pearson Verlag, 2004 - K.D. Kammeyer, K. Kroschel: "Digitale Signalverarbeitung", Teubner Verlag, 2002 - A.V. Oppenheim, R.W. Schafer, J.R. Buck: "Discrete Time Signal Processing", Prentice-Hall, 2004 - H.-W. Schüßler: "Digitale Signalverarbeitung 1", Springer Verlag, 1994

**Modulverantwortlicher:**

Fingscheidt, Tim, Prof. Dr.-Ing.

## Digitale Signalverarbeitung

Tim Fingscheidt, Ernst Seidel, Jan-Aike Termöhlen

2424001

Vorlesung

wöchentlich

Mo, 09:45 - 11:15 Uhr

**Kommentar**

Zeitdiskrete Signale und Systeme Fourier-Transformation für zeitdiskrete Signale und Systeme Die z-Transformation Entwurf von rekursiven IIR-Filtern Entwurf von nicht-rekursiven FIR-Filtern Die diskrete Fourier-Transformation (DFT) und die schnelle Fourier-Transformation (FFT) Grundlagen der Multiratenysteme und Filterbänke

**Literatur**

A.V.Oppenheim, R.W.Schafer, J.R.Buck: Zeitdiskrete Signalverarbeitung, Pearson Studium, 2004  
K.D.Kammeyer, K.Kroschel: Digitale Signalverarbeitung, Teubner Verlag, 2002  
A.V.Oppenheim, R.W.Schafer, J.R.Buck: Discrete Time Signal Processing, Prentice Hall, 2004  
H.-W.Schüßler: Digitale Signalverarbeitung, Springer Verlag, 1994

**Bemerkung**

Die Vorlesung "Digitale Signalverarbeitung" findet ab Sommersemester 2020 nur noch einmalig im Jahr statt.

## Rechnerübung zur digitalen Signalverarbeitung

Tim Fingscheidt, Ernst Seidel

2424009

Labor

**Kommentar**

Einführung in MATLAB MATLAB-Übungen zur Vertiefung und Ergänzung des Stoffes der Vorlesung Digitale Signalverarbeitung.

**Literatur**

siehe Vorlesung

**Bemerkung**

Die Rechnerübung ist eine Gruppenübung, individuell gestaltbar und kann im Raum 316 (CIP-Pool, IfN) durchgeführt werden. Der Beginn wird in der Vorlesung bekannt gegeben. Weitere Informationen der Webseite (<https://www.tu-braunschweig.de/ifn>) des Instituts für Nachrichtentechnik entnehmen.

## Digitale Signalverarbeitung

Tim Fingscheidt, Jan-Aike Termöhlen

2424067

Übung

14-täglich

Mi, 13:15 - 14:45 Uhr

**Kommentar**

Der Inhalt der Vorlesung wird anhand von Übungsaufgaben und praktischen Beispielen vertieft.

**Literatur**

siehe Vorlesung

# Grundlagen der Digitalen Signalverarbeitung (Modulnr.: ET-NT-76)

**Leistungspunkte:**

5

**Workload:**

150 h

**SWS:**

3

**Anzahl Semester:**

1

**Qualifikationsziele:**

(DE) Nach Abschluss dieses Moduls verstehen die Studierenden die grundlegenden Werkzeuge der Digitalen Signalverarbeitung im Zeit- und Frequenzbereich und können sie auf entsprechende Problemstellungen anwenden. Die Studierenden kennen die Rolle verschiedener Transformationen, wie die diskrete Fourier-Transformation und die z-Transformation, und können diese anwenden, um zeitdiskrete Systeme zu analysieren. Sie erwerben das Wissen zu Verfahren für den Entwurf von rekursiven IIR- und nicht-rekursiven FIR-Filtern und können zielgerichtet für eine Aufgabenstellung die richtige Entwurfsmethode auswählen. (EN) After completing this module, students will understand the basic tools of Digital Signal Processing in the time domain and frequency domain and can apply these tools to corresponding problems. Students are familiar with and understand the role of various transformations, such as the discrete Fourier transform and the z-transform, and can apply them to analyze discrete-time systems. They will obtain the knowledge of methods for the design of recursive IIR and non-recursive FIR filters, and are capable of selecting the appropriate design method for a given problem.

**Inhalte:**

(DE) # Zeitdiskrete Signale und Systeme # Fourier-Transformation für zeitdiskrete Signale und Systeme # Die z-Transformation # Entwurf von rekursiven IIR-Filtern # Entwurf von nichtrekursiven FIR-Filtern # Die diskrete Fourier-Transformation (DFT) und die schnelle Fourier-Transformation (FFT) # Multiratenysteme (EN) # Discrete-time signals and systems # Fourier transforms # Z-transforms and applications # Discrete-time IIR filter design # Discrete-time FIR filter design # Discrete Fourier Transform (DFT) and Fast Fourier Transform (FFT) # Basics of multi-rate processing and filter banks

**Lernformen:**

Vorlesung und Übung

**Prüfungsmodalitäten:**

(DE)Prüfungsleistung: Klausur 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten(EN)Examination: Written exam, 120 minutes or oral examination 30 minutes

**Literatur:**

- Vorlesungsfolien - A.V. Oppenheim, R.W. Schafer, J.R. Buck: "Zeitdiskrete Signalverarbeitung", Pearson Verlag, 2004 - K.D. Kammeyer, K. Kroschel: "Digitale Signalverarbeitung", Teubner Verlag, 2002 - A.V. Oppenheim, R.W. Schafer, J.R. Buck: "Discrete Time Signal Processing", Prentice-Hall, 2004 - H.-W. Schüßler: "Digitale Signalverarbeitung 1", Springer Verlag, 1994

**Modulverantwortlicher:**

Fingscheidt, Tim, Prof. Dr.-Ing.

## Digitale Signalverarbeitung

Tim Fingscheidt, Ernst Seidel, Jan-Aike Termöhlen

2424001

Vorlesung

wöchentlich

Mo, 09:45 - 11:15 Uhr

**Kommentar**

Zeitdiskrete Signale und Systeme Fourier-Transformation für zeitdiskrete Signale und Systeme Die z-Transformation Entwurf von rekursiven IIR-Filtern Entwurf von nicht-rekursiven FIR-Filtern Die diskrete Fourier-Transformation (DFT) und die schnelle Fourier-Transformation (FFT) Grundlagen der Multiratenysteme und Filterbänke

**Literatur**

A.V.Oppenheim, R.W.Schafer, J.R.Buck: Zeitdiskrete Signalverarbeitung, Pearson Studium, 2004  
K.D.Kammeyer, K.Kroschel: Digitale Signalverarbeitung, Teubner Verlag, 2002  
A.V.Oppenheim, R.W.Schafer, J.R.Buck: Discrete Time Signal Processing, Prentice Hall, 2004  
H.-W.Schüßler: Digitale Signalverarbeitung, Springer Verlag, 1994

**Bemerkung**

Die Vorlesung "Digitale Signalverarbeitung" findet ab Sommersemester 2020 nur noch einmalig im Jahr statt.

## Digitale Signalverarbeitung

Tim Fingscheidt, Jan-Aike Termöhlen

2424067

Übung

14-täglich

Mi, 13:15 - 14:45 Uhr

**Kommentar**

Der Inhalt der Vorlesung wird anhand von Übungsaufgaben und praktischen Beispielen vertieft.

**Literatur**

siehe Vorlesung

# Computer Vision und Machine Learning (Modulnr.: INF-CG-33)

**Leistungspunkte:**

5

**Workload:**

150 h

**SWS:**

4

**Anzahl Semester:**

1

**Qualifikationsziele:**

(DE) Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls besitzen die Studierenden ein grundlegendes Verständnis zur Entwicklung komplexer Computer Vision-Anwendungen. Sie sind in der Lage Probleme aus der Computer Vision zu durchdringen und geeignete Lösungen zu entwerfen und praktisch zu implementieren. (EN) Upon successful completion of this module, students will have a basic understanding of how to develop complex computer vision applications. They are able to analyze computer vision problems and to design and implement appropriate solutions.

**Inhalte:**

(DE) - Feature Detektoren und Deskriptoren - Objekterkennung - Matting - Image Compositing und Editing - Dense Correspondences - Motion Capture - Kamerakalibrierung - Epipolar Geometrie - Stereo und Multi-View Rekonstruktion - Kameras und Scanner - Machine Learning für Computer Vision Probleme (EN) - Feature Detectors and Descriptors - Object Detectio - Matting - Image Compositing and Editing - Dense Correspondences - Motion Capture - Cameracalibration - Epipolar Geometry - Stereo and Multi-View Reconstruction - Cameras and Scanner - Machine Learning for Computer Vision Problems

**Lernformen:**

(DE) Vorlesung, Übung (EN) Lecture, Exercises

**Prüfungsmodalitäten:**

(DE) 1 Prüfungsleistung: Klausur, 90 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 Minuten 1 Studienleistung: 50% der Übungsaufgaben müssen bestanden sein (EN) 1 exam: written exam, 90 minutes or oral exam, 30 minutes 1 study achievement: 50% of the exercises must be passed

**Literatur:**

- Radke: Computer Vision for Multimedia, Cambridge University Press - Szeliski: Computer Vision - Algorithms and Applications, Springer Verlag - Goodfellow et al.: Deep Learning - Das umfassende Handbuch, mitp

**Modulverantwortlicher:**

Eisemann, Martin, Prof. Dr.-Ing.

## Computer Vision und Machine Learning

**Martin Eisemann**

**4216036**

Vorlesung

Beginn: 18.04.2023

Ende: 18.07.2023

wöchentlich

Di, 13:15 - 14:45 Uhr

Mühlenpfordtstraße 23 (4103)

4103.01.160 - IZ 160

**Kommentar**

(DE) QUALIFIKATIONSZIELE: Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls besitzen die Studierenden ein grundlegendes Verständnis zur Entwicklung komplexer Computer Vision Anwendungen. Sie sind in der Lage Probleme aus der Computer Vision zu durchdringen und geeignete Lösungen zu entwerfen und praktisch zu implementieren. INHALTE: - Feature Detektoren und Deskriptoren - Objekterkennung - Matting - Image Compositing und Editing - Dense Correspondences - Motion Capture - Kamerakalibrierung - Epipolar Geometrie - Stereo und Multi-View Rekonstruktion - Kameras und Scanner - Machine Learning für Computer Vision Probleme (EN) QUALIFIKATIONSZIELE: Upon successful completion of this module, students will have a basic understanding of how to develop complex computer vision applications. They are able to analyze computer vision problems and to design and implement appropriate solutions. INHALTE: - Feature Detectors and Descriptors - Object Detectio - Matting - Image Compositing and Editing - Dense Correspondences - Motion Capture - Cameracalibration - Epipolar Geometry - Stereo and Multi-View Reconstruction - Cameras and Scanner - Machine Learning for Computer Vision Problems

**Literatur**



- Radke: Computer Vision for Multimedia, Cambridge University Press - Szeliski: Computer Vision - Algorithms and Applications, Springer Verlag - Goodfellow et al.: Deep Learning - Das umfassende Handbuch, mitp

**Bemerkung**

(DE) Prüfungsmodalitäten: 1 Prüfungsleistung: Klausur, 90 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 Minuten 1 Studienleistung: 50% der Übungsaufgaben müssen bestanden sein (EN) 1 exam: written exam, 90 minutes or oral exam, 30 minutes 1 study achievement: 50% of the exercises must be passed

## Computer Vision und Machine Learning

**Martin Eisemann**

**4216037**

Übung

Beginn: 13.04.2023

Ende: 20.07.2023

wöchentlich

Do, 09:45 - 11:15 Uhr

Mühlenpfordtstraße 23 (4103)

4103.01.160 - IZ 160

**Kommentar**

(DE) QUALIFIKATIONSZIELE: Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls besitzen die Studierenden ein grundlegendes Verständnis zur Entwicklung komplexer Computer Vision Anwendungen. Sie sind in der Lage Probleme aus der Computer Vision zu durchdringen und geeignete Lösungen zu entwerfen und praktisch zu implementieren. INHALTE: - Feature Detektoren und Deskriptoren - Objekterkennung - Matting - Image Compositing und Editing - Dense Correspondences - Motion Capture - Kamerakalibrierung - Epipolar Geometrie - Stereo und Multi-View Rekonstruktion - Kameras und Scanner - Machine Learning für Computer Vision Probleme (EN) QUALIFIKATIONSZIELE: Upon successful completion of this module, students will have a basic understanding of how to develop complex computer vision applications. They are able to analyze computer vision problems and to design and implement appropriate solutions. INHALTE: - Feature Detectors and Descriptors - Object Detectio - Matting - Image Compositing and Editing - Dense Correspondences - Motion Capture - Cameracalibration - Epipolar Geometry - Stereo and Multi-View Reconstruction - Cameras and Scanner - Machine Learning for Computer Vision Problems

**Literatur**

- Radke: Computer Vision for Multimedia, Cambridge University Press - Szeliski: Computer Vision - Algorithms and Applications, Springer Verlag - Goodfellow et al.: Deep Learning - Das umfassende Handbuch, mitp

**Bemerkung**

(DE) Prüfungsmodalitäten: 1 Prüfungsleistung: Klausur, 90 Minuten oder mündliche Prüfung, 30 Minuten 1 Studienleistung: 50% der Übungsaufgaben müssen bestanden sein (EN) 1 exam: written exam, 90 minutes or oral exam, 30 minutes 1 study achievement: 50% of the exercises must be passed

# Mathematical Image Processing (2021) (Modulnr.: MAT-STD7-30)

**Leistungspunkte:**

10

**Workload:**

300 h

**SWS:**

6

**Anzahl Semester:**

1

**Qualifikationsziele:**

(de) Die Studierenden - verstehen die Vernetzung und die komplexen Bezüge zwischen dem eigenen mathematischen Wissens und den Inhalten der Veranstaltung - verstehen die Theorie der Veranstaltung als Ganzes beherrschen die zugehörigen Methoden - können die Methoden der Veranstaltung anwenden und analysieren - kennen und verstehen die Charakterisierung der Qualität eines Bildes durch mathematische Größen - kennen und verstehen die wichtigsten Grundaufgaben der Bildverarbeitung und verschiedene Methoden zu deren Lösung (en) The students - understand the of the complex links between their previous mathematical knowledge and the contents of the lecture - understand the theoretical body of the lecture as a whole and master the corresponding methods - are able to analyze and apply the methods of the lecture - know and understand the characterization of the quality of an image through mathematical quantities - know and understand the most important basic tasks in image processing and various methods of solving them

**Inhalte:**

(de) - Interpolation und Abtasten, Histogramme - Lineare und Morphologische Filter Eine Auswahl aus den Themen: Frequenzmethoden, Abtasttheorem, Anwendungen von partielle Differentialgleichungen oder Variationsmethoden. (en) - Interpolation and sampling, histograms - Linear and Morphological filters A selection from the following topics: frequency methods, sampling theorem, applications of partial differential equations or variational methods.

**Lernformen:**

(de) Vorlesung, Übung (en) Lecture, Exercises

**Prüfungsmodalitäten:**

(de) Prüfungsleistung: 1 Prüfungsleistung in Form einer Klausur oder mündlichen Prüfung nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Studienleistung: 1 Studienleistung in Form von Hausaufgaben nach Vorgabe der Prüferin oder des Prüfers. Die genauen Prüfungsmodalitäten gibt die Dozentin bzw. der Dozent zu Beginn der Veranstaltung bekannt. (en) Graded examination (Prüfungsleistung): 1 written exam or oral exam according to examiner#s specifications. Non-graded coursework (Studienleistung): Homework according to examiner#s specifications. The exact examination specifications will be announced at the beginning of the course.

**Literatur:**

- Aubert, Kornprobst, Mathematical Problems in Image Processing, Springer, 2006 - Bredies, Lorenz, Mathematische Bildverarbeitung, Vieweg, 2011 - Bernd Jähne, Digitale Bildverarbeitung, Springer 2005 - Gilles Aubert und Pierre Kornprobst, Mathematical Problems in Image Processing, Springer 2006 - Tony F. Chan und Jianghong Shen, Image Processing and Analysis: Variational, PDE, Wavelet and Stochastic Methods, SIAM, 2005

**Modulverantwortlicher:**

Mathematik, Studiendekan

## Mathematische Bildverarbeitung

**Dirk Lorenz**

**1298054**

Vorlesung

Beginn: 12.04.2023

Ende: 19.07.2023

wöchentlich

Mi, 09:45 - 11:15 Uhr

Beginn: 17.04.2023

Ende: 17.07.2023

wöchentlich

Mo, 11:30 - 13:00 Uhr

Universitätsplatz 2 (4201)

4201.03.315 - PK 14.315 (ehem. PK 14.3)

**Kommentar**

Inhalt: Es wird ein breites Spektrum an klassischen und modernen Methoden bereitgestellt: Grundlegende Methoden (Histogramme, lineare Filter, morphologische Operationen, Rang-Ordnungsfiler), Frequenz- und Skalenraummethoden (Fourier- und Wavelettransformation, Abtasttheorem), Methoden basierend auf partiellen Differentialgleichungen (nichtlineare Diffusion, morphologische Gleichungen), Variationsmethoden. Diese Methoden werden zur Lösung von den grundlegenden Problemen der Bildverarbeitung eingesetzt (zum Beispiel Entrauschen, Scharfzeichnen, Kantenerkennung, Segmentierung, Inpainting). Neben der mathematischen Theorie der Methoden wird auch auf die Umsetzung auf dem Computer (mit Hilfe von Matlab) eingegangen.

**Literatur**

---

- Bernd Jähne, Digitale Bildverarbeitung, Springer 2005 - Gilles Aubert und Pierre Kornprobst, Mathematical Problems in Image Processing, Springer 2006 - Tony F. Chan und Jianghong Shen, Image Processing and Analysis: Variational, PDE, Wavelet and Stochastic Methods, SIAM, 2005

## Mathematische Bildverarbeitung

**Dirk Lorenz**

**1298055**

Übung

Beginn: 18.04.2023

Ende: 18.07.2023

wöchentlich

Di, 16:45 - 18:15 Uhr

Universitätsplatz 2 (4201)

4201.05.513 - PK 14.513 (ehem. (PK 14.7))

### **Kommentar**

Inhalte/Contents: (de) - Interpolation und Abtasten, Histogramme - Lineare und Morphologische Filter Eine Auswahl aus den Themen: Frequenzmethoden, Abtasttheorem, Anwendungen von partielle Differentialgleichungen oder Variationsmethoden. (en) - Interpolation and sampling, histograms - Linear and Morphological filters A selection from the following topics: frequency methods, sampling theorem, applications of partial differential equations or variational methods.

### **Literatur**

- Bernd Jähne, Digitale Bildverarbeitung, Springer 2005 - Gilles Aubert und Pierre Kornprobst, Mathematical Problems in Image Processing, Springer 2006 - Tony F. Chan und Jianghong Shen, Image Processing and Analysis: Variational, PDE, Wavelet and Stochastic Methods, SIAM, 2005

# Deep Learning in Remote Sensing (Modulnr.: BAU-STD5-86)

## Deep Learning in Remote Sensing

Mehdi Maboudi

1120022

Übung

wöchentlich

Mi, 11:30 - 13:00 Uhr

### Kommentar

(en) Each of the topics in the lectures is supplemented by practical parts to enable the students to process real-world remote sensing datasets, efficiently. Upon completion of this course, the students will be able to better understand basic principles and applications of deep learning and to apply them on image analysis problems. (de) Nach erfolgreichem Abschluss dieses Kurses besitzen die Studierenden die Fähigkeit, die Grundprinzipien und Anwendungen des Deep Learning und können sie sowohl auf die Fernerkundung als auch auf ähnliche Probleme anwenden.

### Literatur

? Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems, Aurélien Géron, 2019. ? Pattern Recognition and Machine Learning, Bishop, C. M. 2006 ? Machine Learning with PyTorch and Scikit-Learn, Sebastian Raschka, Yuxi (Hayden) Liu, Vahid Mirjalili, 2022 ? Deep Learning, Goodfellow, Y. Bengio, and A. Courville, MIT Press, 2016 ? Deep Learning for Remote Sensing Images with Open Source Software, Rémi Cresson, CRC Press, 2020.

### Bemerkung

(en) Students are expected to have knowledge of Python programming. While this course will also introduce the basics of the Python programming in TensorFlow and PyTorch for deep learning, the students need some background in machine learning. Moreover, familiarity with the basic probability theory as well as linear algebra is necessary. (de) Die Studierenden sollten Kenntnisse in der Python-Programmierung haben. Obwohl dieser Kurs auch in die Grundlagen der Python-Programmierung in TensorFlow und PyTorch für Deep Learning einführt, benötigen die Studierenden einige Vorkenntnisse im maschinellen Lernen. Außerdem sind Kenntnisse der grundlegenden Wahrscheinlichkeitstheorie und der linearen Algebra erforderlich.

## Deep Learning in Remote Sensing

Mehdi Maboudi

1120033

Vorlesung

### Kommentar

(en) As it is planned, the students should first take ?Machine learning? or any similar course like ?Pattern Recognition? in Winter semester and then ?Deep learning in Remote Sensing? in Summer semester. In this course students are introduced to the concepts of deep learning in order to process Remote sensing data. Remote sensing is the science that provides geometric and semantic information about objects at or near the surface of the Earth using the sensors which are installed on satellites or other airborne platforms. Along with fundamentals of remote sensing, some applications like object detection and classification especially on images and also regression algorithms on remote sensing observations will be covered. In the context of image understanding, an introduction to digital image processing will be given, which deals with the application of filters on the images to extract the information which could be used in machine learning and deep learning algorithms. After completing the course, students know and understand the most important concepts of deep learning for image analysis. Furthermore, a student is able to implement a selection of algorithms and evaluate the respective result. (de) Die Studierenden im Wintersemester zunächst "Maschinelles Lernen" oder einen ähnlichen Kurs wie "Mustererkennung" und im Sommersemester "Deep Learning in Remote Sensing" belegen. In diesem Kurs werden die Studierenden in die Konzepte des Deep Learning eingeführt, um Fernerkundungsdaten zu verarbeiten. Fernerkundung ist die Wissenschaft, die geometrische und semantische Informationen über Objekte an oder nahe der Erdoberfläche mit Hilfe von Sensoren auf Satelliten oder anderen luftgestützten Plattformen liefert. Neben den Grundlagen der Fernerkundung werden einige Anwendungen wie die Objekterkennung und -klassifikation insbesondere auf Bildern und auch Regressionsverfahren bei Fernerkundungsbeobachtungen behandelt. Im Zusammenhang mit der Bildanalyse wird eine Einführung in die digitale Bildverarbeitung gegeben, die sich mit der Anwendung von Filtern auf die Bilder befasst, um die Informationen zu extrahieren, die beim Maschinellen Lernen und bei Algorithmen des Deep Learning verwendet werden könnten. Nach Abschluss des Kurses kennen und verstehen die Studierenden die wichtigsten Konzepte des Deep

Learning für die Bildanalyse. Darüber hinaus ist ein Studierender in der Lage, eine Auswahl von Algorithmen zu implementieren und das jeweilige Ergebnis zu bewerten.

**Literatur**

? Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems, Aurélien Géron, 2019. ? Pattern Recognition and Machine Learning, Bishop, C. M. 2006 ? Machine Learning with PyTorch and Scikit-Learn, Sebastian Raschka, Yuxi (Hayden) Liu, Vahid Mirjalili, 2022 ? Deep Learning, Goodfellow, Y. Bengio, and A. Courville, MIT Press, 2016 ? Deep Learning for Remote Sensing Images with Open Source Software, Rémi Cresson, CRC Press, 2020.

**Bemerkung**

(en) Students are expected to have knowledge of Python programming. While this course will also introduce the basics of the Python programming in TensorFlow and PyTorch for deep learning, the students need some background in machine learning. Moreover, Familiarity with the basic probability theory as well as linear algebra is necessary. Along with introducing the concepts of deep learning, the lectures will provide a refresher on neural networks. However, familiarity with these concepts would be necessary. (de) Die Studierenden sollten Kenntnisse in der Python-Programmierung haben. Obwohl dieser Kurs auch in die Grundlagen der Python-Programmierung in TensorFlow und PyTorch für Deep Learning einführt, benötigen die Studierenden einige Vorkenntnisse im maschinellen Lernen. Außerdem sind Kenntnisse der grundlegenden Wahrscheinlichkeitstheorie und der linearen Algebra erforderlich. Neben der Einführung in die Konzepte des Deep Learning wird in den Vorlesungen auch eine Auffrischung der Kenntnisse über neuronale Netze vermittelt. Eine vorherige Vertrautheit mit diesen Konzepten ist jedoch erforderlich.

# **Data Science in Anwendungen [15 LP] - Projektarbeit**

## **Schlüsselqualifikationen und Ethik [5-15 LP]**

## **Masterarbeit [30 LP]**