

# Proseminar: Graphentheorie

Dr. Max Hahn-Klimroth

Wintersemester 2021/2022

Kontakt: [maximilian.hahnklimroth@tu-dortmund.de](mailto:maximilian.hahnklimroth@tu-dortmund.de)

## Vorträge / Ausarbeitungen

Jeder Vortrag sollte 25 Minuten dauern und den anderen Studierenden einen guten Überblick über das entsprechende Thema bieten. Die Ausarbeitung verschriftlich den Vortrag und ergänzt ihn um gegebenenfalls ausgelassene Resultate, die zum Verständnis wichtig sind. Die Vortragsprache sowie die Sprache der Ausarbeitung ist **Deutsch oder Englisch** (nach Wahl).

Hierbei wird Wert auf korrekte Zitation, Verständlichkeit und auch Lesbarkeit gelegt. Es gibt keine Seitenbegrenzung, aber je nach Schriftart und Schriftgröße wirken 4-7 Seiten realistisch – hiervon darf aber abgewichen werden, wenn das Thema es anbietet. Die Nutzung von LaTeX ist nicht vorgeschrieben, wird aber empfohlen. In jedem Fall muss die Ausarbeitung in digitaler Form verfasst werden (keine Handschrift).

Es gibt, im Wesentlichen, drei Schwerpunkte im Proseminar: Grundlagen/Struktur, Algorithmen sowie Moderne Netzwerke. Die Art des Vortrags sowie der Ausarbeitung hängt stark vom entsprechenden Gebiet ab.

Bei den „Grundlagen-Themen“ und den „Strukturellen Ergebnissen“ wird erwartet, dass eine geeignete Auswahl an Resultaten getroffen wird, die im Vortrag auch bewiesen werden. Dennoch liegt der Fokus darauf, die wesentlichen Resultate zu verstehen und zu veranschaulichen. Beispielsweise können technische Voraussetzungen / Hilfsresultate nur erwähnt werden und in der Ausarbeitung detaillierter nachgerechnet werden.

Bei den Themen aus dem Bereich „Algorithmen“ muss der Algorithmus sowie das Problem, das der Algorithmus löst, vorgestellt werden. Es kann hilfreich sein, einen Algorithmus an einem Beispiel vorzuführen. Aussagen zur Korrektheit und Laufzeit sind zu treffen und, wie auch im Grundlagen-Bereich, zu verifizieren. Bei Themen, die eher im Bereich der Datenstruktur liegen, sind Vor- und Nachteile der entsprechenden Datenstruktur bezüglich Standardoperationen zu diskutieren.

Der Bereich „Moderne Netzwerke“ hat einen etwas anderen Schwerpunkt. Hierbei geht es vor allem darum, die Netzwerkmodelle und Kenngrößen zu erklären, vorzustellen und in geeigneten Beispielen zu visualisieren. Exemplarisch sollte eine charakteristische Eigenschaft auch bewiesen werden. Das Thema 3.a: Eigenschaften von Realweltnetzen ist das einzige Thema, das ohne theoretische Beweise zu bearbeiten ist und kann als Einführung in den Bereich „Network Science“ verstanden werden.

Die folgenden Lehrbücher sind ein guter Startpunkt, um Ihr Thema zu erkunden. Wenn Sie genügend Informationen aus einem oder mehreren dieser Lehrbücher ziehen können, so ist das vollkommen ausreichend. Sie sind herzlich dazu eingeladen weitere Literatur zu verwenden. Auch ist die Verwendung der vorgeschlagenen Literatur freiwillig. Bitte beachten Sie aber, dass nur veröffentlichte Lehrbücher oder aber wissenschaftliche Publikationen oder Preprints als Quellen verwendet werden

dürfen. Wikipedia beispielsweise zählt nicht dazu (wenngleich oft Wikipedia-Artikel einen guten Überblick liefern und auf gute Literatur verweisen können).

#### Literaturempfehlungen:

Diskrete Mathematik (M. Aigner, verfügbar online in der Bibliothek)

Das BUCH der Beweise (M. Aigner, G. Ziegler, verfügbar online in der Bibliothek)

Introduction to Random Graphs (A. Frieze, M. Karonski, verfügbar unter <https://www.math.cmu.edu/~af1p/BOOK.pdf>)

Network Science: Theory and Applications (T. Lewis, verfügbar online in der Bibliothek)

Einführung in die Graphentheorie (K. Mönius, J. Steuding, P. Stumpf, verfügbar online in der Bibliothek)

Graphentheorie (R. Diestel, verfügbar in der Bibliothek)

Algorithmische Graphentheorie (V. Turau, verfügbar online in der Bibliothek)

#### „Pair-Review“

So bald feststeht, wie viele Studierende wirklich am Proseminar teilnehmen möchten, werden wir „Paare“ auslosen, die bezüglich der Ausarbeitung wie folgt zusammenarbeiten müssen. Eine erste Version der Ausarbeitung ist dem Partner / der Partnerin zu übermitteln. Diese/r muss binnen 7 Tagen die Ausarbeitung mit Hilfe von dem beiliegenden „Review-Fragebogen“ bewerten und die Bewertung erklären – die Erklärung kann schriftlich erfolgen, aber auch gerne persönlich oder via Zoom. Das Ziel des Pair-Reviews ist es, dass Ihre Ausarbeitung einmal von einer weiteren Person, welche die Inhalte thematisch verstehen soll, also der Zielgruppe angehört, kritisch gelesen wird, bevor Sie die Ausarbeitung zur Bewertung bei mir einreichen. Der Name der Partnerin bzw. des Partners ist auf der Ausarbeitung zu vermerken.

Anmerkung: Der „Review-Fragebogen“ wurde von Prof. Dr. Beate Bollig für ein anderes Proseminar erstellt, wir verwenden diesen Bogen allerdings unverändert.

#### Themenwahl

Es gibt 21 Themen zur Auswahl, die Sie der nachfolgenden Themenliste entnehmen können. Bitte senden Sie mir bis zum 29.10.2021 eine E-Mail mit

mindestens 3 Themen, die Sie gerne bearbeiten möchten und

höchstens 3 Themen, die sie auf gar keinen Fall bearbeiten möchten.

Ich versuche dann bei der Themenvergabe allen Teilnehmenden gerecht zu werden, falls dies nicht möglich sein sollte, muss gelost werden. Selbstverständlich dürfen Sie untereinander im Nachhinein gerne auch Themen tauschen (sofern Sie mir dies mitteilen).

Sie sind auch herzlich dazu eingeladen, mir rechtzeitig (bis zum 22.10.2021) einen eigenen Themenvorschlag zu unterbreiten, der gut in den Kontext des Proseminars passen würde.

## Vortrag

Der Vortrag soll 25 Minuten dauern und es schließt sich eine kurze Fragerunde / Diskussionsrunde an, die Sie moderieren.

Es wird empfohlen, den Vortrag mit Beamer-Unterstützung zu halten (z.B. LaTeX „beamer“ Dokument oder auch Powerpoint o.ä.). Es ist allerdings auch möglich, den Vortrag als „Tafelvortrag“ zu halten. Sollten Sie sich dafür entscheiden, sollten Sie sich Ihre Tafelbilder im Vorfeld sehr genau überlegen und definitiv üben.

Um Ihnen aus Ihrem Präsentationskurs in Erinnerung zu rufen, worauf bei Vorträgen zu achten ist, ist eine PDF-Datei „Vortrag - Bewertungskriterien“ (Prof. Dr. Beate Bollig) beiliegend.

## Termine in der Übersicht

- Themenwahl: 29.10.2021 (via E-Mail)
- Vorbesprechung: Dienstag, 02.11.2021, 17:00 Uhr (Zoom)
- Einreichung Konzept: Montag, 03.12.2021 (via E-Mail)
- Verpflichtende Sprechstunde: vor der „Weihnachtspause“ (via Zoom oder in Person)
- Einreichung Vortragsfolien / Tafelbild: 25.02.2022 (via E-Mail)
- Proseminar: Je nach Teilnehmerzahl 2-3 Tage in der Woche 07.03.2022 – 11.03.2022 (Di + Mi oder Di – Do), in der Zeit von 09 – 16 Uhr. (in den Gebäuden der TU Dortmund)
- Einreichung „Pair-Review“-Version: 14.03.2022
- Abgabe der finalen Version der Ausarbeitung: 25.03.2022

## Themenliste

### 1. Grundlagen und die Struktur von Graphen

- a. Hamiltonkreise: (Knoten-)Rundwege in Graphen
  - i. NP-Vollständigkeit
  - ii. Diracs Theorem
- b. Eulerkreise: Das Königsberger Brückenproblem
- c. Graphen als spezielle Matroide
- d. Der Heiratsatz in bipartiten Graphen
- e. Flüsse und Schnitte in Netzwerken (max flow, min cut)
- f. Der Fünf-Farben-Satz für planare Graphen
- g. Der Fünf-Farben-Satz für Listenfärbungen
- h. Plättbarkeit: Der Satz von Kuratowski
- i. Das Party-Problem (Einführung in die Ramsey-Theorie)
- j. Der Hauptsatz der Suchtheorie und Suchbäume

### 2. Algorithmen

- a. Travelling Salesman: Dynamische Programmierung
- b. Breitensuche und Tiefensuche
- c. Kürzeste Wege in Graphen: SSSP
- d. Algorithmische Konstruktion maximaler Paarungen
- e. Minimale Spannbäume und algorithmische Erzeugung
- f. Huffman-Codes und ihre Repräsentation als Baum
- g. Geeignete Datenstrukturen für Graphen
  - i. (Such-)Bäume
  - ii. Dünne und dichte allgemeine Graphen

### 3. Moderne Netzwerke

- a. Eigenschaften von Realweltnetzwerken
- b. Geometrische Zufallsgraphen
- c. Barabasi-Albert-Graphen (Preferential Attachment)