

Diskrete Modellierung¹

Prof. Dr. Martin Hofer
Wintersemester 2023/24

Herzlich willkommen!

¹Basierend auf Material von Prof. Dr. Georg Schnitger.

Wir: Professur für Algorithmen und Komplexität

algo.cs.uni-frankfurt.de

- Martin Hofer (Vorlesungen)
Raum 115 - RMS 11-15, mhofer AT em.uni-frankfurt.de
- Tim Koglin, Conrad Schecker (Übungscoordination)
Raum 114 - RMS 11-15, dismod23 AT cs.uni-frankfurt.de
- Sebastian Beckmann, Paul Dallwig, Emmanuela Georgoula, Magdalena Heeg, Amelina Linek, Patrick-Raphael Melnic, Anton Micke, Anastasia Navodkina, Hoai Vy Nguyen, Basitan Raabe, Viktor Rieß, Margareta Scheffler, Boris Senatov, Gerome Stiller, Zeno Weil (Tutor:innen)

Wer sind Sie?

Wer sind Sie?

- Ich studiere ...
- ... in Semester Nummer ...
- ... bevorzuge Veranstaltungen online/in Präsenz ...
- ... und wohne in/komme aus ...

Organisatorisches

Die Webseite der Veranstaltung

Bitte konsultieren Sie die Webseite

Institut für Informatik → **Algorithmen & Komplexität** → **Winter 23/24** → **Diskrete Modellierung**

regelmäßig!

Dort finden Sie zum Beispiel:

- Alle Vorlesungsmaterialien (**Skript**, **Folien**, Zugang zu **Videos** und **Extra-Materialien** wie z.B. Selbsttests)
- Organisatorische Details zum Übungsbetrieb und zur Notengebung
- Unter **Aktuelles** zum Beispiel:
 - ▶ Wie melde ich mich zum Übungsbetrieb an?
 - ▶ Ggf. Anmerkungen zu aktuellen Übungsaufgaben.
- **Logbuch** mit Informationen zu den einzelnen Vorlesungsstunden.

Das **Skript zur Vorlesung** wurde von Prof. Dr. Schnitger erstellt. Die Vorlesung wird sich eng daran orientieren. Bitte nicht nur Folien und Videos anschauen, sondern das Skript sorgfältig durcharbeiten!

- U. Kastens und H. Kleine Büning. *Modellierung. Grundlagen und formale Methoden*. Hanser, 2008.
- D. Grieser. *Mathematisches Problemlösen und Beweisen*, Springer Verlag.
- A. Beutelspacher. „*Das ist o.B.d.A. trivial!*“ *Tipps und Tricks zur Formulierung mathematischer Gedanken*. Vieweg Studium.

Der **Handapparat** für die Diskrete Modellierung enthält weitere relevante Textbücher, auf die wir auch im Logbuch verweisen werden: Bitte schmökern!

- Der Handapparat befindet sich in der **Bibliothek**, also im ersten Stock in der Robert-Mayer-Straße 11-15.

Vorlesung, Übungsbetrieb und Klausuren

- Die Vorlesung findet **in Präsenz** statt:

Dienstags und donnerstags

jeweils 14:15 - 15:45 Uhr in H V

(enthält idR eine „Frage-Viertelstunde“ zu Beginn oder am Ende)

Helfen Sie uns durch

Ihre **Fragen**, **Kommentare** und **Antworten**!

- **Videos** der aktuellen Vorlesungen werden (mit etwas zeitlichem Verzug) auf der Webseite veröffentlicht.
- **Folien** zum Vorlesungsstoff werden ebenfalls auf die Webseite gestellt.

- Die Erstklausur wird **voraussichtlich** am Donnerstag, **15. Februar 2024** und die Zweitklausur am Freitag, **22. März 2024** stattfinden.
 - ▶ Endgültige Zeiten und Orte geben wir (sobald sie feststehen) auf der Webseite bekannt.
- Wenn die Klausur bestanden wird, werden die in den Übungen erreichten Punkte mit einem Maximalgewicht von **10%** zu den Klausurpunkten hinzugezählt:

Wenn in der Klausur $x\%$ und in den Übungen $y\%$ erzielt wurden, dann wird $z = x + \frac{10}{100} \cdot y$ als Gesamtpunktzahl angerechnet.

Die Klausur ist **bestanden wenn** $x \geq 50$ gilt.

Wenn die Klausur bestanden ist, dann wird eine Note aufgrund der Gesamtpunktzahl z festgelegt.

- Für die **Anmeldung zum Übungsbetrieb** melden Sie sich bitte im **AUGE-System** [Link] bis Donnerstag 19.10. um 23:55 Uhr an.
- Bis spätestens nächsten Montag erhalten Sie an **Ihre HRZ-Email-Adresse** die **Einteilung in Ihre Übungsgruppe** und einen **persönlichen Link zum Onlinebriefkasten** für die elektronische Abgabe von Übungen.
- Übungen finden wöchentlich statt:
 - ▶ Übungszettel werden spätestens am **Dienstag Vormittag** ins Netz gestellt,
 - ▶ Die Lösungen sind in der darauffolgenden Woche am **Montag** bis **23:55 Uhr online abzugeben**.
- **Ein Teil** der Übungsgruppen trifft sich **online**. Ihr:e Tutor:in wird Ihnen in diesem Fall die Zugangsdaten an Ihre HRZ-Email-Adresse schicken.
- **Alle Übungsgruppen starten in der übernächsten Woche** (Besprechung Präsenzblatt 0, ohne Abgabe).
Das erste abzugebende Übungsblatt erscheint nächste Woche.

- Übungsaufgaben und ihre Lösungen können mit Kommiliton:innen besprochen werden,
aber Lösungen **müssen eigenständig** aufgeschrieben werden!
 - ▶ Ein erstmaliger Verstoß führt zur Nicht-Anrechnung aller Punkte des Blatts.
 - ▶ Bei einem zweiten Verstoß werden alle Übungspunkte gestrichen und es erfolgt ein Vermerk in die Prüfungsakte.

Es wird **nicht** unterschieden zwischen Plagiat und Original.

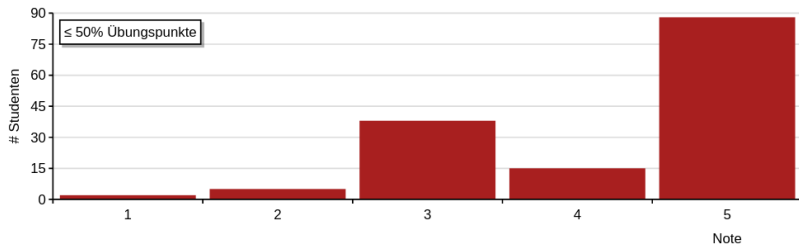
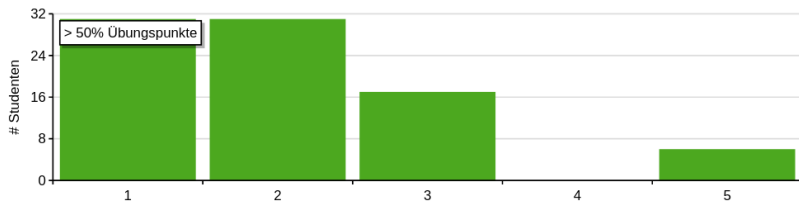
UNBEDINGT
am Übungsbetrieb teilnehmen
und Aufgaben bearbeiten!

Sie müssen sich bis

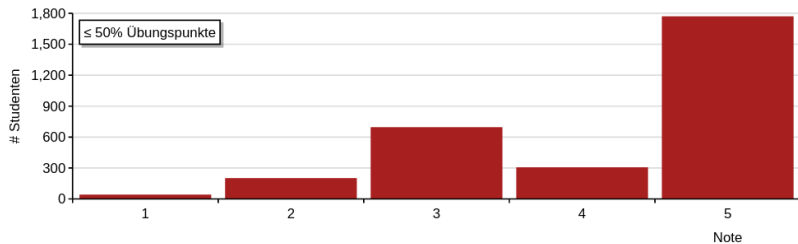
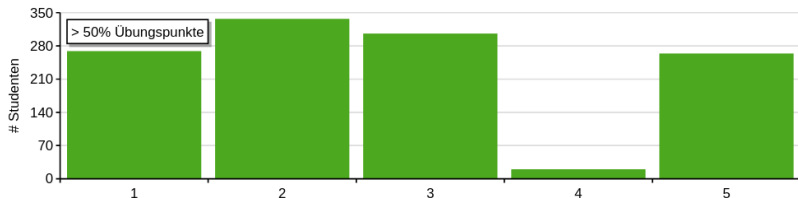
Donnerstag, den 19.10.2023 (um 23:55 Uhr)

zum Übungsbetrieb anmelden! [\[Link\]](#)

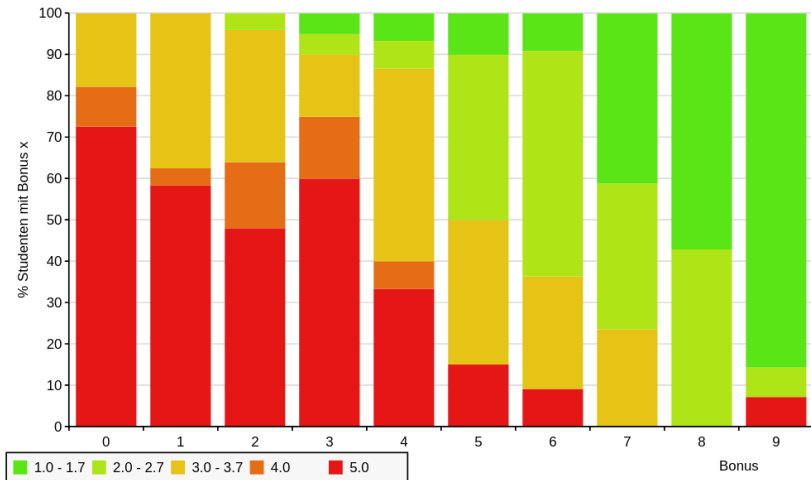
MOD (WS 2021)



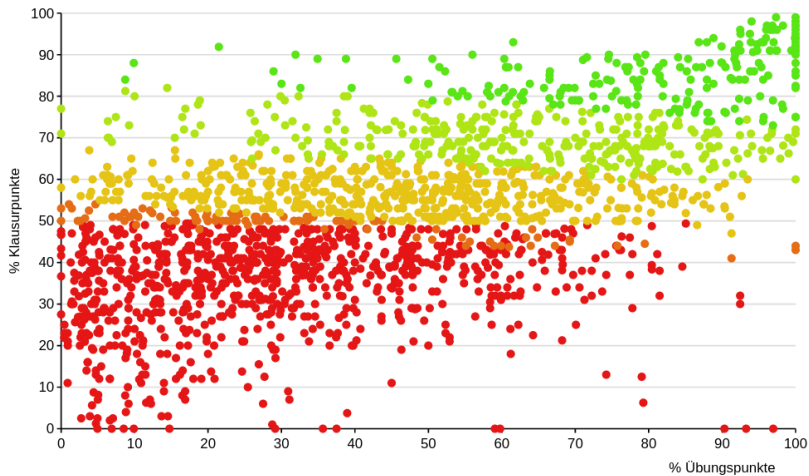
Alle Vorlesungen



MOD (WS 2021)



Alle Vorlesungen



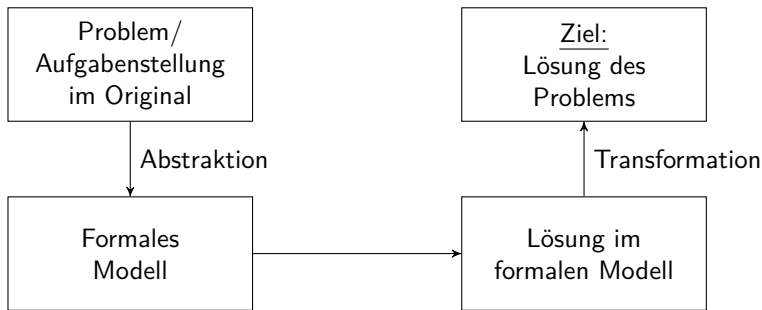
Im **Ingo-Wegener-Lernzentrum** (3. Stock in der Robert-Mayer-Straße 10) treffen Sie Ihre Kommiliton:innen.

- Informationen dazu auf der **Webseite** des Lernzentrums [Link].
- Frau Düffel und ihr Team stehen für fachliche Fragen zur Verfügung. Zur Zeit ist **keine** Vorabbuchung eines Arbeitsplatzes dort nötig.
- Daneben gibt es weiterhin das **virtuelle Lernzentrum**. Zugang erhalten Sie über den OLAT-Eintrag des virtuellen Lernzentrums [Link].
- Die Seite <https://www.uni-frankfurt.de/103723350/Studienanfaengerinnen> enthält Informationen speziell für Erstsemester.

Diskrete Modellierung: Ziele, Begriffsklärung und Anwendungen

Worum geht's? Hol die Problemstellung in den Rechner!

- In den verschiedenen Gebieten der Informatik werden jeweils an die Art der Probleme und Aufgaben angepasste, diskrete Modelle verwendet.
- Ziel ist eine **präzise Beschreibung** der für die Lösung des Problems **relevanten Aspekte**.



In der Veranstaltung „Diskrete Modellierung“ führen wir fundamentale Kalküle ein, die den verschiedenen Modellen zugrunde liegen.

Welche Fragen möchten wir beantworten?

- ? Wie geht man mit diesen Kalkülen um und
- ? was sind die jeweiligen Stärken und Schwächen?

Mit welchen Kalkülen werden wir uns beschäftigen?

- Wir betrachten die folgenden fundamentalen Kalküle (mit einigen Anwendungen in Klammern):
 - ▶ **Aussagenlogik**
 - ★ (Wissensrepräsentation, automatisches Beweisen)
 - ▶ **Bäume und Graphen**
 - ★ (Gewinnstrategien in Spielen, Navis und Fahrpläne)
 - ▶ **Markov-Ketten**
 - ★ (Suchmaschinen, numerische Berechnung mehrdimensionaler Integrale, Proteinstruktur-Vorhersage)
 - ▶ **Transitionssysteme und endliche Automaten**
 - ★ (Entwurf von Schaltungen)
 - ▶ **kontextfreie Grammatiken**
 - ★ (Compilerbau)
 - ▶ **Prädikatenlogik**
 - ★ (Wissensrepräsentation, Datenbankanfragesprachen)

- Wir müssen die

Ausdrucksstärke eines Kalküls

verstehen, also die Klasse der Anwendungsbeispiele, und klären, ob wir

effizient mit dem Kalkül umgehen können.

In vielen Anwendungsbeispiele müssen **komplexe Strukturen** modelliert werden, wie zum Beispiel

- * Geschäftsabläufe in Firmen (Wirtschaftsinformatik),
- * Kundenaufträge in der Software-Entwicklung (Software Engineering),
- * Grundriss, 3D-Modell und Kostenplan im Bau eines Hauses,
- * vereinfachende Abbilder eines Originals, wie etwa ein Modellflugzeug. ...

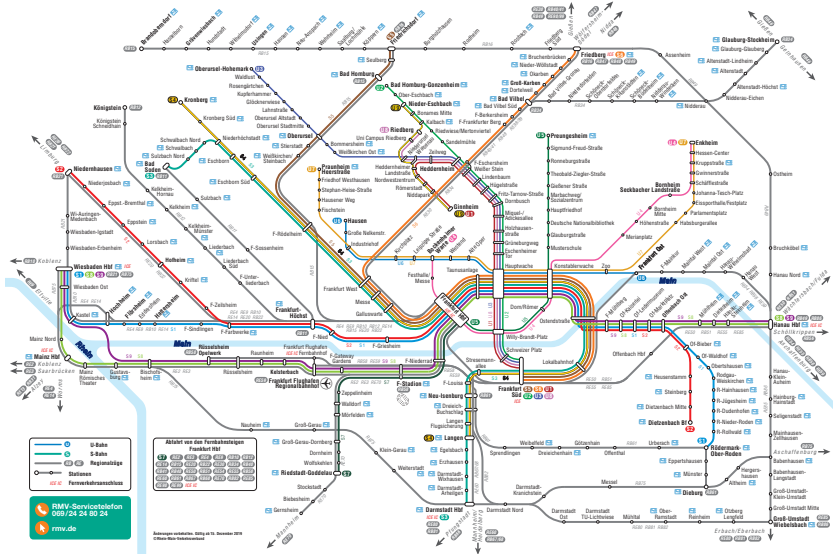
Beachte: Modelle sind meist **nicht** originalgetreu,

- sie heben bestimmte Eigenschaften hervor und lassen andere weg,
- Modelle müssen **vereinfachen**, um das komplexe Original besser zu verstehen!

Selbst Netz- und Fahrpläne!



Schnellbahnplan




U6

Richtung Bockenheimer Warte → Hauptwache → Konstablerwache → Zoo → Ostbahnhof



- Hausen
- Große Nelkenstraße
- Industriehof
- Kirchplatz
- Leipziger Straße
- Bockenheimer Warte
- Westend
- Alte Oper
- Hauptwache
- Konstablerwache
- Zoo
- Habsburgerallee
- Parlamentsplatz
- Eisssporthalle/Festplatz
- Johanna-Tesch-Platz
- Ostbahnhof

Gültig ab 15.12.2019

| Montag - Freitag | Samstag | Sonnt- und Feiertag |
|----------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 4 02 32 | 4 02 32 | 4 02 32 |
| 5 02 17 32 47 | 5 02 32 | 5 02 32 |
| 6 02 17 32 42 50 57 | 6 02 32 47 | 6 02 32 |
| 7 05 12 20 27 35 42 50 57 | 7 02 17 32 47 | 7 02 32 |
| 8 05 12 20 27 35 42 50 57 | 8 02 17 32 47 | 8 02 32 47 |
| 9 05 12 20 27 35 42 52 | 9 02 12 22 32 42 52 | 9 02 17 32 47 |
| 10 02 12 22 32 42 52 | 10 02 12 22 32 42 52 | 10 02 17 32 47 |
| 11 02 12 22 32 42 52 | 11 02 12 22 32 42 52 | 11 02 12 22 32 42 52 |
| 12 02 12 22 32 42 52 | 12 02 12 22 32 42 52 | 12 02 12 22 32 42 52 |
| 13 02 12 22 32 42 52 | 13 02 12 22 32 42 52 | 13 02 12 22 32 42 52 |
| 14 02 12 22 32 42 52 | 14 02 12 22 32 42 52 | 14 02 12 22 32 42 52 |
| 15 02 12 20 27 35 42 50 57 | 15 02 12 22 32 42 52 | 15 02 12 22 32 42 52 |
| 16 05 12 20 27 35 42 50 57 | 16 02 12 22 32 42 52 | 16 02 12 22 32 42 52 |
| 17 05 12 20 27 35 42 50 57 | 17 02 12 22 32 42 52 | 17 02 12 22 32 42 52 |
| 18 05 12 20 27 35 42 50 57 | 18 02 12 22 32 42 52 | 18 02 12 22 32 42 52 |
| 19 05 12 20 27 35 42 50 | 19 02 12 22 32 42 52 | 19 02 12 22 32 42 52 |
| 20 02 17 32 47 | 20 02 17 32 47 | 20 02 17 32 47 |
| 21 02 17 32 47 | 21 02 17 32 47 | 21 02 17 32 47 |
| 22 02 17 32 47 | 22 02 17 32 47 | 22 02 17 32 47 |
| 23 02 17 32 47 | 23 02 17 32 47 | 23 02 17 32 47 |
| 0 02 17 [■] 32 | 0 02 17 [■] 32 | 0 02 17 [■] 32 |
| 1 02 [■] | 1 02 [■] | 1 02 [■] |

■ bis Johanna-Tesch-Platz

Warum reden wir beim Netz- und Fahrplan von Modellen?

- Im Netzplan der Frankfurter S- und U-Bahn wird beschrieben,
 - ▶ welche Haltestellen von welchen Linien angefahren werden und welche Umsteigemöglichkeiten es gibt.
 - ▶ Vernachlässigt werden genauere topografische Informationen wie Entfernung, genaue Lage oder Verlauf der Bahnstrecken.
- Ähnliches gilt für den Fahrplan der U6.

Warum sprechen wir Mathematik?

Ganz, ganz wichtig ist die

Fähigkeit einer präzisen Ausdrucksweise und sicheren Argumentation

bei der Analyse von Problemen.

- Dazu gehört auch das Verständnis und der souveräne Umgang mit mathematische Grundlagen und Beweistechniken.
- Aber wir treiben doch Informatik und keine Mathematik?

Aber gerade weil wir Informatik treiben, müssen wir **sicherstellen**, d.h.

beweisen,

dass unsere Systeme **funktionieren**!

Das ist aber paradox!

Wahr oder falsch?

- Pinocchios Nase wächst bekanntlich genau dann, wenn er lügt.
Pinocchio sagt, dass seine Nase wächst.

Lügt Pinocchio?

- Wir betrachten den Satz
Dieser Satz ist unwahr!
Ist dieser Satz wahr?

Sich selbst referenzierende Aussagen können wahr, falsch oder widersprüchlich sein

Das Berry-Paradox²

Jede natürliche Zahl ist mit höchstens dreizehn Worten des Dudens definierbar!

Warum reichen 13 Worte für die Beschreibung jeder natürlichen Zahl n ?

- Beweis durch Widerspruch: Sei n die kleinste natürliche Zahl, die nicht mit höchstens dreizehn Worten definierbar ist.
- Aber dann ist n definierbar durch die dreizehn Worte „*ist die kleinste natürliche Zahl, die nicht mit höchstens dreizehn Worten definierbar ist*“.
- Die Annahme, dass 13 Worte nicht reichen, führt zu einem Widerspruch und das war zu zeigen.

Was ist passiert?

Unfug mit der Umgangssprache: Was bedeutet es definierbar zu sein?

²George Godfrey Berry (1867-1928) war Bibliothekar der Bodleian Library Oxfords