

Diskrete Modellierung¹

Prof. Dr. Martin Hofer
Wintersemester 2020/21

Herzlich willkommen!

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

Wir: Professur für Algorithmen und Komplexität

algo.cs.uni-frankfurt.de

- Martin Hofer (Online-Fragestunde)
R 115 - RMS 11-15, [mhofer AT cs.uni-frankfurt.de](mailto:mhofer@cs.uni-frankfurt.de)
- Marco Schmalhofer, Daniel Schmand (Übungskoordination)
R 104a - RMS 11-15, [dismod20 AT cs.uni-frankfurt.de](mailto:dismod20@cs.uni-frankfurt.de)
- Nagihan Burdzovic, Daniel Dadras, Emmanuela Georgoula, Alexander Hengstmann, Robin Krause, Marlena Meyer, Anton Micke, Leon Philipp, Elias Pitschmann, Luca Pöpperl, Gerrit Schulze-Frerichs, Jonas Strauch, Maike Südhaus, Nicola Vidovic, Fabian Vogel, Felix Vogel, Luca von der Brelie, Anne Wolnitza (Tutoren)
- Georg Schnitger (Vorlesungsaufzeichnungen)

Wer sind Sie?

Organisatorisches

Bitte konsultieren Sie die Webseite

Institut für Informatik → **Algorithmen & Komplexität** → **Winter 20/21**
→ **Diskrete Modellierung** [Link]

regelmäßig!

Dort finden Sie zum Beispiel:

- Alle Vorlesungsmaterialien (**Skript**, **Folien**, Zugang zu **Videos** wie auch **Extra-Materialien**)
- 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.

Online-Vorlesung, Übungsbetrieb und Klausuren

- Die Vorlesung findet **virtuell** statt.
- **Videos** von Prof. Schnitger aus vorherigen Semestern werden bearbeitet und auf der Webseite veröffentlicht – **ungefähr im Rhythmus des Präsenzablaufs** der Vorlesung.
- **Folien** zum Vorlesungsstoff werden ebenfalls auf die Webseite gestellt.
- Jeden **Donnerstag, 8:15-9:45 Uhr** gibt es ein **Meeting über Zoom** für Fragen, Übungen und Wiederholungen.
- Melden Sie sich zum **OLAT-Kurs** an:
 - ▶ Zugangscodes zu Videos und Materialien
 - ▶ Zugangscodes zum Zoom-Meeting
 - ▶ Lösungsvorschläge für die Übungszettel

- Die Erstklausur wird **voraussichtlich** am Donnerstag, **18. Februar 2021** und die Zweitklausur am Donnerstag, **1. April 2021** stattfinden.
 - ▶ Da Räume und Zeiten von der **Zentrale im Westend** festgelegt werden, kann es noch zu Änderungen kommen. 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 werden 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** an.
- Bis spätestens nächsten Montag erhalten Sie an **Ihre HRZ-Email-Adresse** die **Einteilung in Ihre Übungsgruppe** und einen **Link zum SAP-System** für die elektronische Abgabe von Übungen.
- Übungen finden wöchentlich statt:
 - ▶ Übungszettel werden spätestens am Donnerstag ins Netz gestellt,
 - ▶ Die Lösungen sind nach 1-wöchiger Bearbeitungszeit bis 08:00 Uhr, also

vor Beginn

des virtuellen Treffens am Donnerstag, **online abzugeben**.

- Die Übungsgruppen treffen sich **online** über **Zoom** oder **Discord**. Ihr/e Tutor/in wird Ihnen die Zugangsdaten an Ihre HRZ-Email-Adresse schicken.
- **Das erste Treffen** ist in der nächsten Woche. Das erste Übungsblatt wie auch ein Präsenzblatt erscheinen diese Woche. (Das Präsenzblatt wird in der nächsten Woche in den Übungsgruppen besprochen.)

- Übungsaufgaben und ihre Lösungen können mit Anderen 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

Mittwoch, den 04. November (um 23:55)

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

Helfen Sie mir durch

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

- Für die **Zoom-Session** am Donnerstag (8:15 - 9:45 Uhr): Überlegen Sie sich bitte Fragen zum Vorlesungsstoff bzw. zum aktuellen Übungsblatt!
- Schicken Sie Ihre Fragen per Email bis **Mittwoch Mittag** an [dismod20 AT cs.uni-frankfurt.de](mailto:dismod20@cs.uni-frankfurt.de).
- Fragen sind aber auch in der Session hochwillkommen!

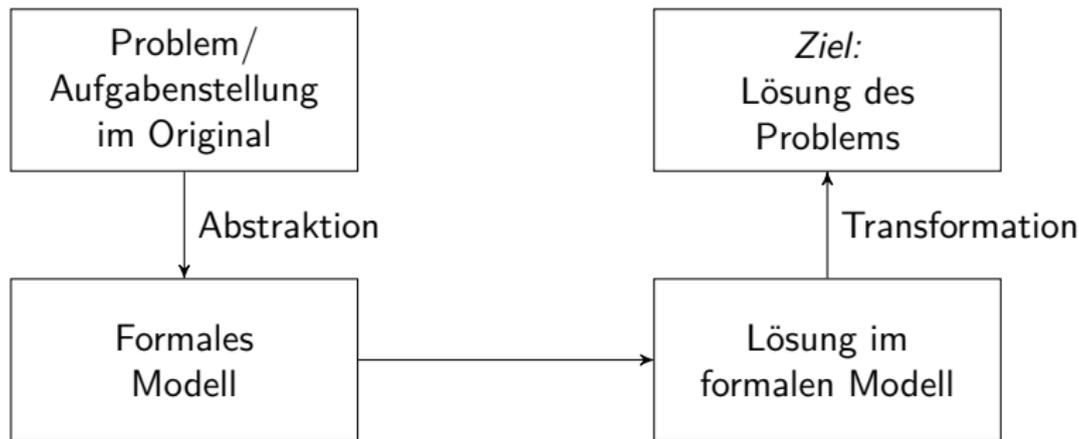
Im **Ingo-Wegener-Lernzentrum** (3. Stock in der Robert-Mayer-Straße 10) treffen Sie Ihre KommilitonInnen.

- Informationen dazu auf der **Webseite** des Lernzentrums [Link].
- Frau Düffel und ihre Mitarbeiter stehen für fachliche Fragen zur Verfügung. Aufgrund der Corona-Situation müssen Sie Arbeitsplätze im voraus buchen.
- Daneben gibt es dieses Semester das **virtuelle Lernzentrum**. Zugang erhalten Sie über den OLAT-Kurs [Link].
- Die Seite <http://www.informatik.uni-frankfurt.de/index.php/de/studierende-informationen-fur-erstsemester.html> enthält Informationen nur 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. ...

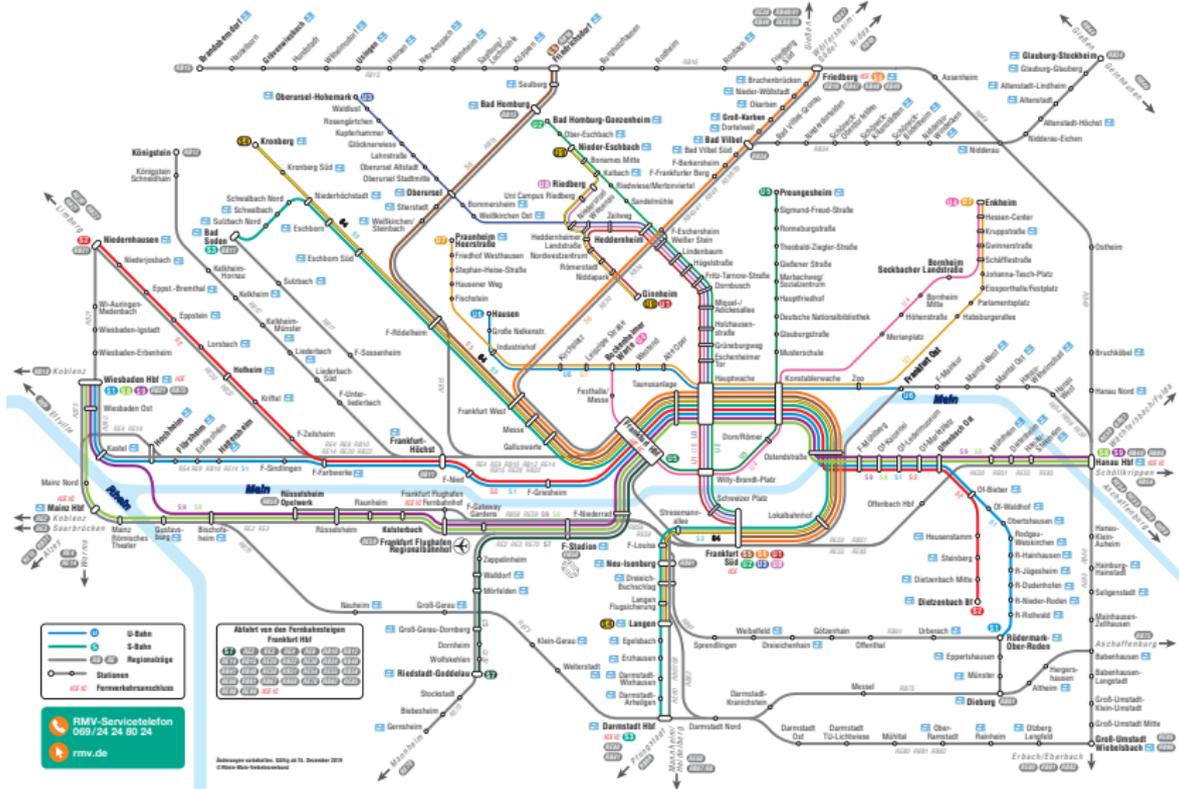
Beachte: Modelle sind meist **nicht** originalgetreu,

- 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