Numerik und Optimierung

Informationen zur Bachelorarbeit

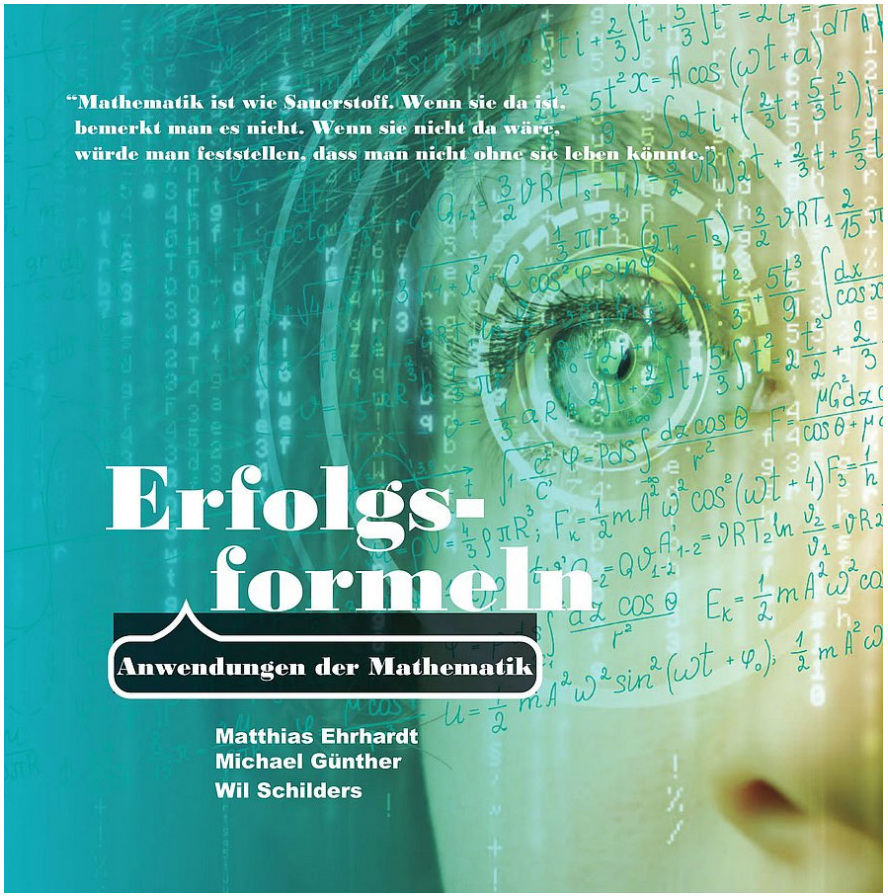
UNIVERSITÄT MANNHEIM

Prof. Simone Göttlich, Prof. Andreas Neuenkirch, Prof. Mathias Staudigl

Numerik und Optimierung

Mögliche Anwendungsfelder:

- Numerische lineare Algebra & Analysis
- Graphen- und Netzwerkoptimierung
- Numerische Optimierungsverfahren
- Optimierung in der Bildverarbeitung
- Optimierung in Machine Learning
- Monte-Carlo-Verfahren
- Datengetriebene Simulationen
- …



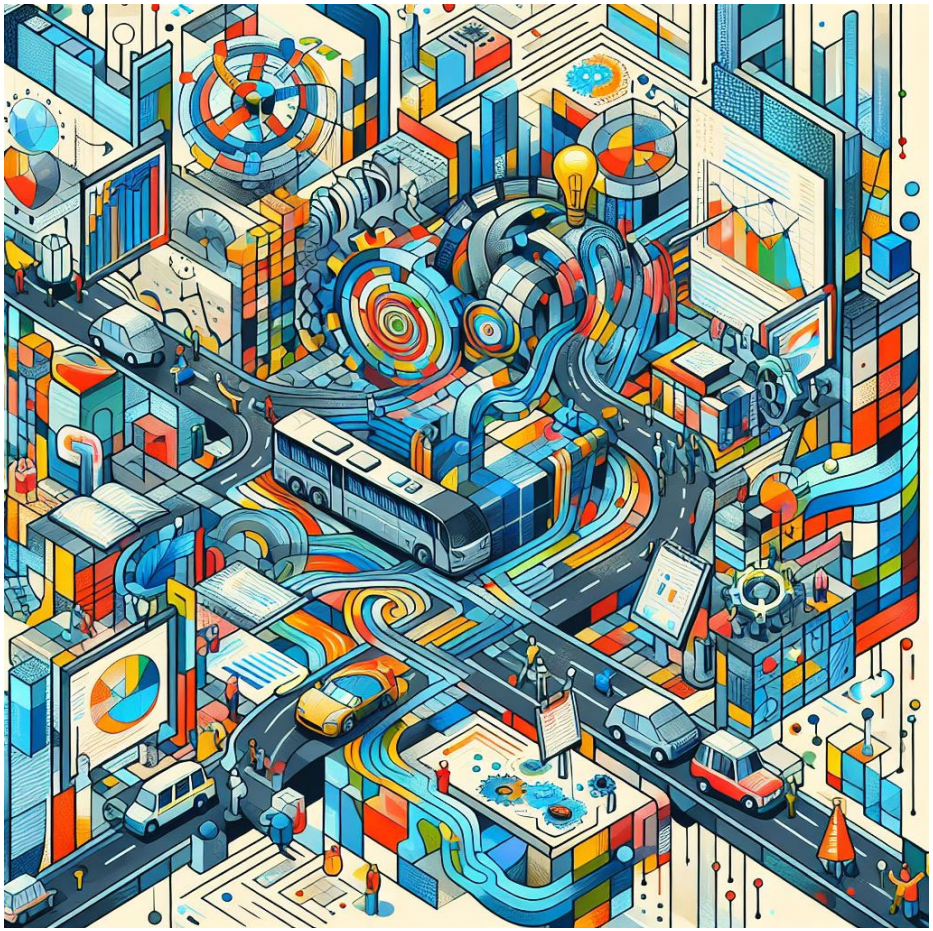
https://erfolgsformeln.uni-wuppertal.de/de/buch-erfolgsformeln/

Empfohlene Lehrveranstaltungen (aufbauend auf der Numerik im 3. Semester)

UNIVERSITÄT MANNHEIM

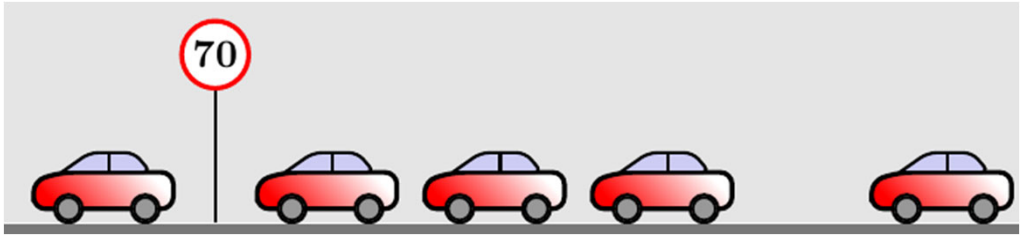
Erfolgreiche Teilnahme an **mindestens zwei** der folgenden Lehrveranstaltungen:

- Dynamische Systeme (**FSS**)
  entweder im 4. oder 6. Semester
- Lineare Optimierung (**HWS**)
  meist im 5. Semester
- Monte Carlo Methods (**FSS**)
  entweder im 4. oder 6. Semester
- Markovketten (**Roboter-Kurs**)
  ab dem 4. Semester



The variety of traffic flow problems: From modelling to simulation and optimization

UNIVERSITÄT MANNHEIM



Wie verhalten sich Autos auf einer Straße?

$$x_i(t + \Delta t) = x_i(t) + \Delta t \cdot v(x_i(t))$$

- $x_i(t)$: Position des Autos i zur Zeit t
- Δt: kleiner Zeitschritt
- v: Geschwindigkeitsfunktion

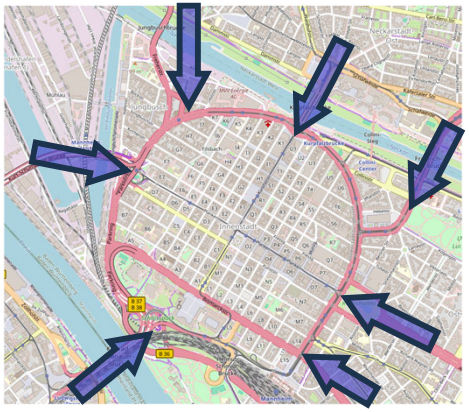
Wie löst man ein Briefträgerproblem?

$$\min \sum_i \sum_j c_{ij} x_{ij}$$

$$s.t. \sum_{i,i \neq j} x_{ij} = 1, \qquad \sum_{j,j \neq i} x_{ij} = 1$$

- $x_{ij} \in \{0,1\}$: Wird die Strecke von i nach j genutzt?
- c_{ij}: Kosten für den Weg von i nach j

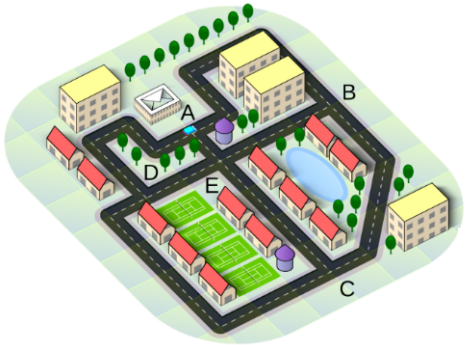
Was bedeutet das für das Straßennetz in den Mannheimer Quadraten?

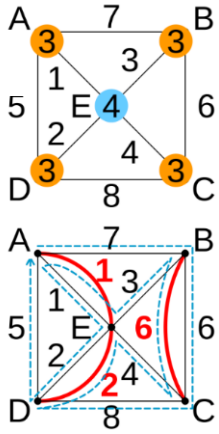


Modellierung

Simulation

Optimierung





Wie können Ampeln effizient gesteuert werden?

Wie lange dauert eine Briefträgertour?

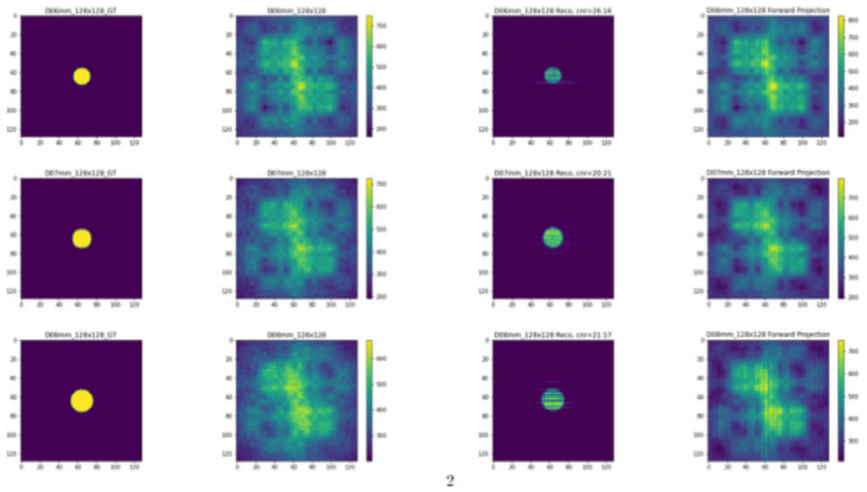
Mathematical Optimization

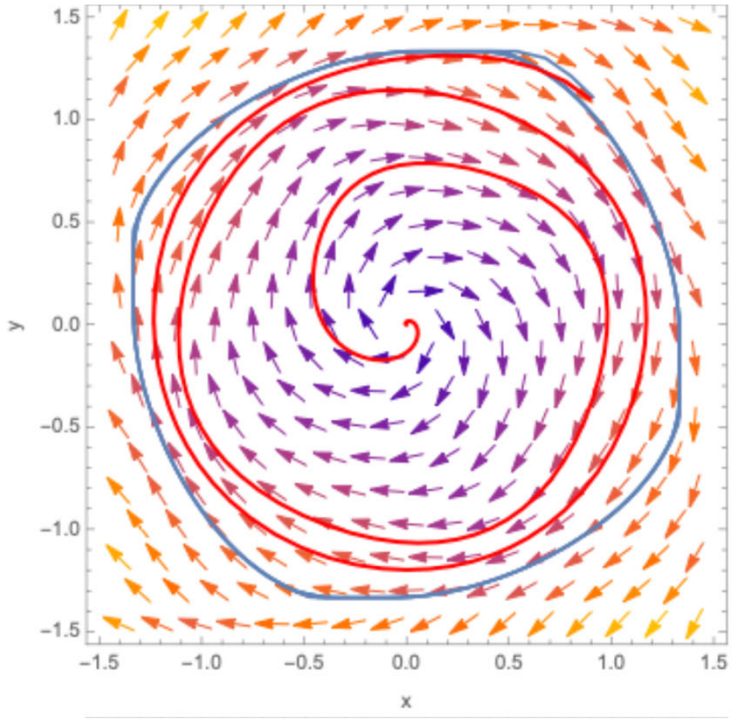
Main Fields:

- Adaptive regularization methods
- Variational inequalities and Generalized Equations
- Stochastic Optimization
- Bilevel Optimization
- Numerical Optimization
- Dynamical System Approaches

Applications:

- (Generalized) Nash equilibrium problems
- Inverse problems
- Energy Systems
- PDE-Constrained Optimization

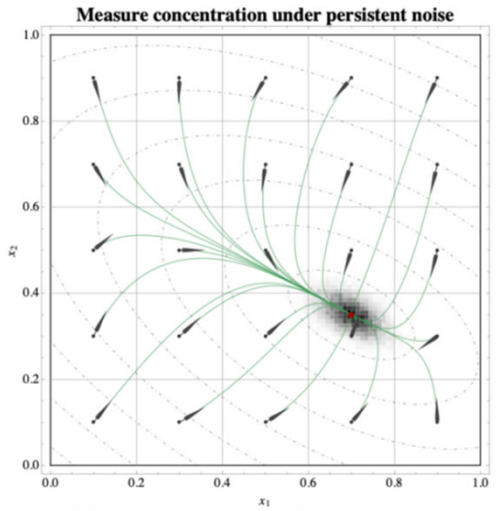


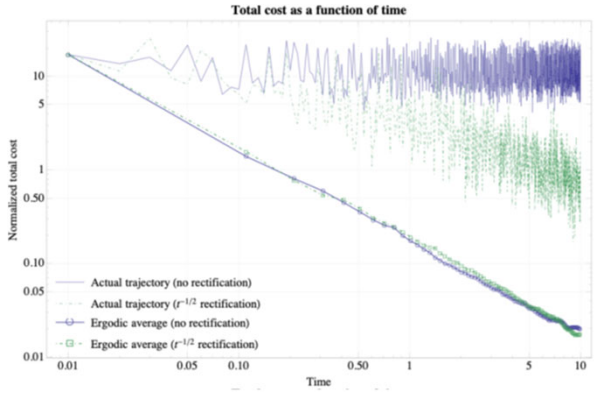


Optimierung ist überall *In der Welt geschieht nicht, worin man nicht den Sinn eines bestimmten Maximums oder Minimums erkennen könnte (Leonard Euler)*

UNIVERSITÄT MANNHEIM

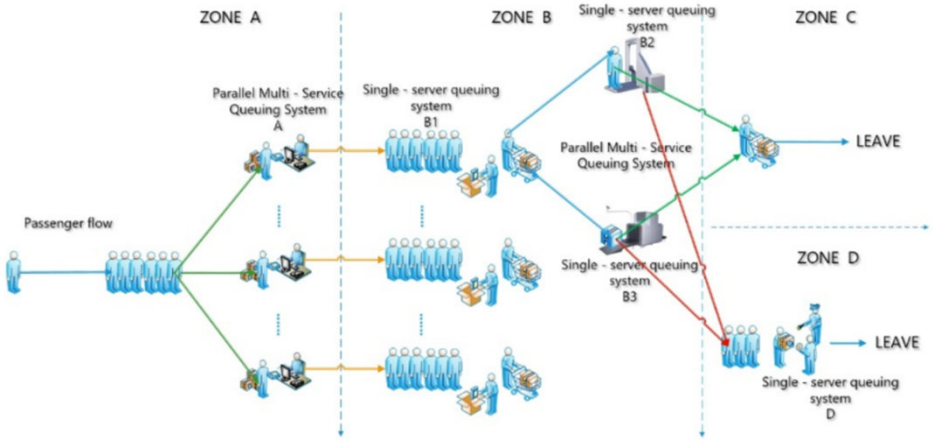
- Optimierung von Flüssen auf Graphen
- Spieltheorie (Learning in Games)
- Numerical Linear Algebra
- Mathematical Imaging
- Kein Machine learning ohne Optimierung
  (→ Spam-Vorhersage und Klassifizierung)





An Example for Monte Carlo Methods: Analysis of Queuing Systems in Airport Security Control

UNIVERSITÄT MANNHEIM



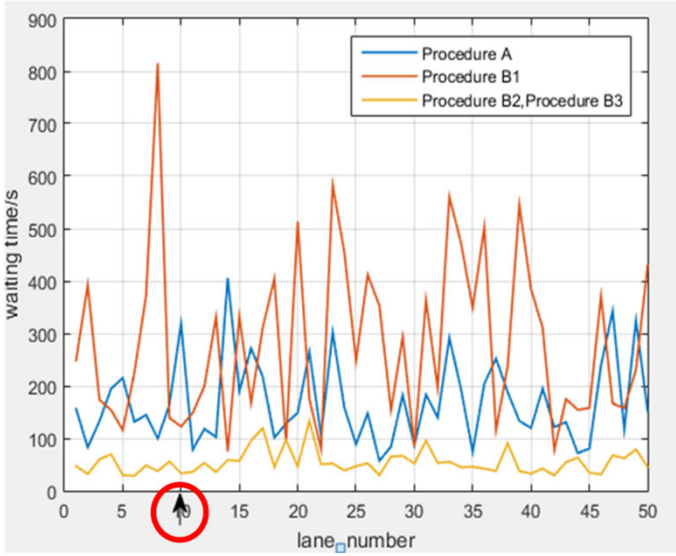
Wie lange ist die Wartezeit vor den Zonen?
Modellierung durch (M/M/c)-Warteschlangen

- c Anzahl Schalter
- λ Ankunftsrate
- μ Bearbeitungsrate

Steady state analysis: Burke, Little, 1950+

Mehr Informationen via Discrete Event- Simulation / Monte Carlo-Simulation:
$X(i,j)$: Wartezeit von Passagier i in Zone j

- durchschnittliche und maximale Wartezeiten
- Auswirkungen der Zuordnungsmechanismen
- …



	Procedure A	Procedure B1	Procedure B2, B3
Average waiting (s)	173.165	251.5098	62.91596
Max waiting time (s)	401.956	821.216	140.774
Min waiting time (s)	71.196	82.696	25.004
Bottleneck	×	√	×

Weitere Voraussetzungen

UNIVERSITÄT MANNHEIM

- **Spaß am Programmieren** und Programmierkenntnisse wie z.B. MATLAB, Python, C oder R

- Erfolgreiche Teilnahme am **gemeinsamen Bachelorseminar „Modellierung, Numerik und Optimierung“** (regelmäßig im HWS und FSS)
  - Abhalten eines wissenschaftlichen Vortrages
  - Verfassen eines Abschlussberichtes (als Vorbereitung auf die Bachelorarbeit)

Bewerbung

Bis **Freitag 27. Juni 2025**

- Abgabe bei Frau Braak B6, 28-29, Raum C312 oder
  braak(at)uni-mannheim.de
- Das **Bewerbungsformular** und **weitere Infos** finden Sie hier:

Fragen?

UNIVERSITÄT MANNHEIM

Sprechen Sie uns an!

Prof. Göttlich (*goettlich(at)uni-mannheim.de*)
oder persönlich in B6, 28-29, Raum C312
Prof. Neuenkirch (*aneuenki(at)mail.uni-mannheim.de*)
oder persönlich in B6, 26, Raum B215
Prof. Staudigl (*mathias.staudigl(at)uni-mannheim.de*)
oder persönlich in B6, 28-29, Raum C306