- **eigenständiges Einarbeiten** in einen Themenbereich der theoretischen Informatik
- eine Einführung in das Thema in einem 5-minütigen **Kurzvortrag** geben
- das Thema anschaulich und gut aufbereitet in einem 35-minütigen **wissenschaftlichen Vortrag** vermitteln
- Themen der anderen Teilnehmer **aktiv diskutieren**

→ Grundfähigkeiten des wissenschaftlichen Arbeitens

→ Vorbereitung auf Präsentation der Bachelorarbeit

Algorithmen für NP-schwere Probleme

Anforderungen

- **eigenständiges** Einarbeiten
- Präsentation des Themas in **Kurzvortrag** und **Hauptvortrag**
- **Anwesenheit** an allen Terminen und Diskussionsbeteiligung
- Einhalten der gesetzten **Fristen**
- keine schriftliche Ausarbeitung erforderlich

→ **Benotung:** Qualität der Vorträge (Inhalt und Form), Diskussionsbeteiligung

- Ihr Betreuer ist Ihr **Ansprechpartner** bei allen Fragen, sowohl inhaltlich als auch zum Vortrag.
- Es liegt in **Ihrer Verantwortung** auf ihn/sie zuzugehen.

→ **Verbindliche Treffen:**

mind. 1 Woche vor dem Kurzvortrag

mind. 2 Wochen vor dem Hauptvortrag

Folien mind. 1 Woche vor dem Hauptvortrag

Algorithmen für NP-schwere Probleme

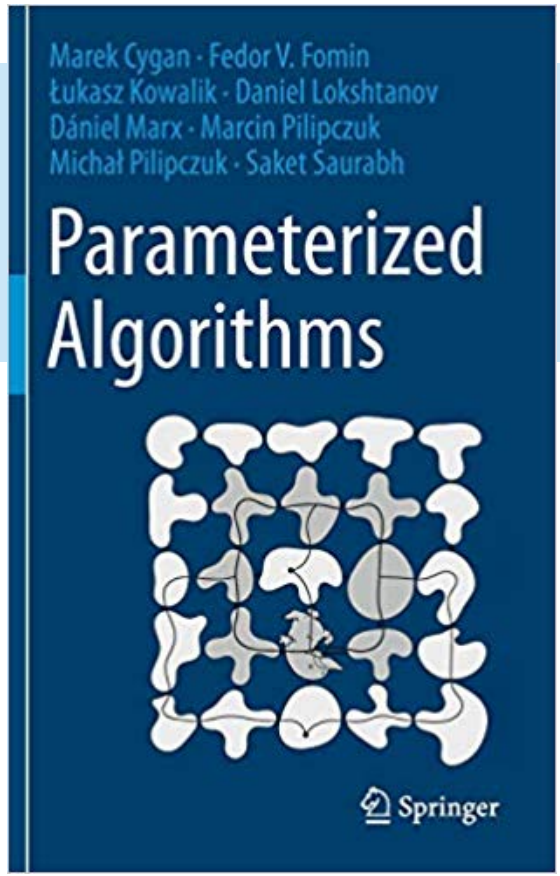
Quelle

Karlsruhe Institute of Technology

- Wir behandeln das Buch

“Parametrized Algorithms”

von *Cygan, Fomin, Kowalik, Lokshtanov, Marx, Pilipczuk, Pilipczuk und Saurabh*.



- Einführung in FPT-Algorithmen mit vielen Beispielen, ausführlichen Erklärungen
- ca. 10 Seiten pro Thema
- Kapitel 1,2,3,4,5 und 7 (in Teilen)

→ verfügbar als E-Ressource:

`https://services.bibliothek.kit.edu/primo/start.php?recordid=KITSRC455177058`

(1) Introduction and Definitions

- ▷ Motivation, Einführung
- ▷ formale Definitionen
- ▷ FPT Algorithmen, XP Algorithmen, W[1]-schwer
- ▷ Beispiele und Anschauung!

Problem	Good news
Bar Fight Prevention	$\mathcal{O}(2^k \cdot k \cdot n)$-time algorithm
Clique with Δ	$\mathcal{O}(2^\Delta \cdot \Delta^2 \cdot n)$-time algorithm
Clique with k	$n^{\mathcal{O}(k)}$-time algorithm
Vertex Coloring	

Material: Kapitel 1, Seiten 3–14

Betreuer: Valentin Buchhold

Karlsruhe Institute of Technology

(2) Kernelization

- ▷ Preprocessing
- ▷ Reduktion der Instanz
- ▷ formale Definitionen: Kernel
- ▷ 3 erste Beispiele

While usually in Computer Science we measure the efficiency of an algorithm by estimating its running time, the central measure of the efficiency of a kernelization algorithm is a bound on its output size.

Lemma 2.2 implies that a decidable problem admits a kernel if and only if it is fixed-parameter tractable. Thus, in a sense, kernelization can be another way of defining fixed-parameter tractability.

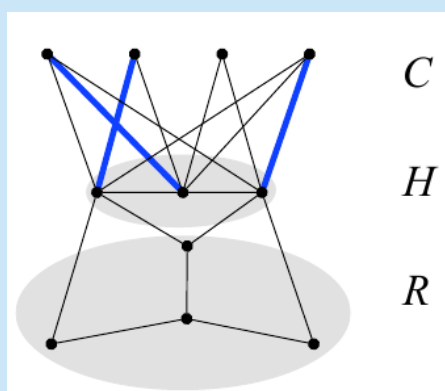
Material: Kapitel 2.1 und 2.2, Seiten 17–26

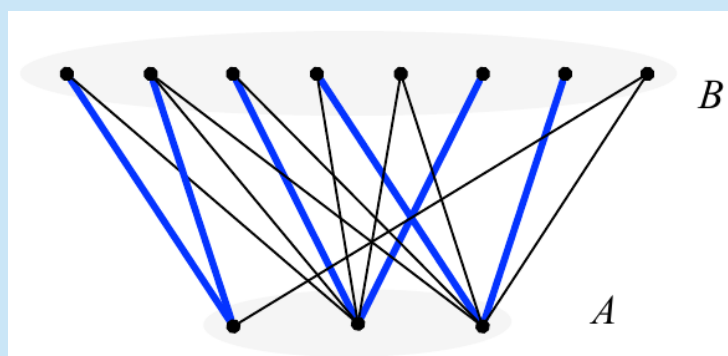
Betreuer: Matthias Wolf

Karlsruhe Institute of Technology

(3) Other Kernelization Techniques

- ▷ Crown decomposition
- ▷ Expansion Lemma
- ▷ Sunflower Lemma
- ▷ Matchings in bip. Graphen
- ▷ Vertex Cover, Max SAT
- ▷ Hitting Set





Material: Kapitel 2.3, 2.4 und 2.6, Seiten 26–33 und 38–39

Betreuer: Lukas Barth

Karlsruhe Institute of Technology

(4) Bounded Search Trees

- ▷ branching, backtracking
- ▷ Rekursion und Rekursionsgleichungen
- ▷ Vertex Cover
- ▷ Feedback Arc Set
- ▷ Closest String

$$T(i) = \begin{cases} T(i-1) + T(i-2) & \text{if } i \geq 2, \\ 1 & \text{otherwise.} \end{cases}$$

$$\Longrightarrow \qquad T(k) \leq \left(\tfrac{1+\sqrt{5}}{2}\right)^k$$

Material: Kapitel 3 außer 3.4, Seiten 51–60 und 67–69

Betreuer: Lars Gottesbüren

Karlsruhe Institute of Technology

(5) Parameterized Algorithms from LP-Relaxations

- ▷ Lineare Programme (LP)
- ▷ Ganzzahlige Lin. Prog. (ILP)
- ▷ Vertex Cover
- ▷ Kernelization
- ▷ Branching Algorithmus

ILP	min	$\sum_{v \in V(G)} x_v$	
	subject to	$x_u + x_v \geq 1$	for every $uv \in E(G)$,
		$x_v \in \{0, 1\}$	for every $v \in V(G)$.
LP	min	$\sum_{v \in V(G)} x_v$	
	subject to	$x_u + x_v \geq 1$	for every $uv \in E(G)$,
		$0 \leq x_v \leq 1$	for every $v \in V(G)$.

Material: Kapitel 2.5 und 3.4, Seiten 33–38 und 60–67

Betreuer: Franziska Wegner

Karlsruhe Institute of Technology

(6) Iterative Compression

- ▷ gegeben:
  Lösung mit Wert $k+1$
- ▷ finde:
  Lösung mit Wert k

- ▷ Feedback Vertex Set in Tournaments
- ▷ Feedback Vertex Set

Solution compression: First, apply some simple trick so that you can assume that a slightly too large solution is available. Then exploit the structure it imposes on the input graph to construct an optimal solution.

Material: Kapitel 4 bis inklusive 4.3.1, Seiten 77–88

Betreuer: Guido Brückner

Karlsruhe Institute of Technology

(7) Randomized Methods

- ▷ Monte Carlo Algorithmus
- ▷ zufälliges Finden einer Lösung
- ▷ Feedback Vertex Set
- ▷ Color Coding Methode
- ▷ Random Separation Variante

If a one-sided error Monte Carlo algorithm has success probability at least p, then repeating it independently $\lceil \frac{1}{p} \rceil$ times gives constant success probability. In particular, if $p = 1/f(k)$ for some computable function f, then we get an FPT one-sided error Monte Carlo algorithm with additional $f(k)$ overhead in the running time bound.

Material: Kapitel 5 bis inklusive 5.3, Seiten 99–108

Betreuer: Sascha Gritzbach

Karlsruhe Institute of Technology

(8) Chromatic Coding and Derandomization

- ▷ zufällige Kantenfärbung
- ▷ Lösung zwischen den Farben

- ▷ subexponential runtime
- ▷ simuliere den Zufall deterministisch

The basic idea of derandomization is as follows: instead of picking a random coloring $\chi\colon [n] \to [k]$, we deterministically construct a family $\mathcal{F}$ of functions $f\colon [n] \to [k]$ such that it is guaranteed that one of the functions from $\mathcal{F}$ has the property that we hope to attin by choosing a random coloring χ.

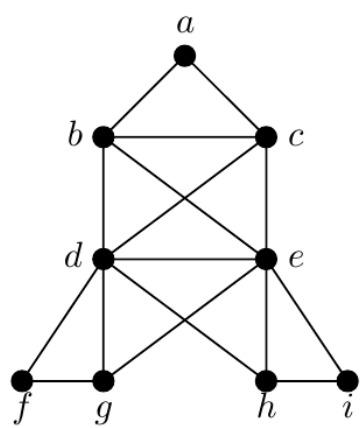
Material: Kapitel 5.5 und 5.6, Seiten 113–122 außer Seite 120

Betreuer: Marcel Radermacher

Karlsruhe Institute of Technology

(9) Introduction to Treewidth

- ▷ Motivation, Anschauung
- ▷ Einstiegsbeispiel: Grids
- ▷ Formale Definitionen
- ▷ Separatoren
- ▷ nice tree decompositions



Very roughly, treewidth captures how similar a graph is to a tree.

Material: Kapitel 7 bis inklusive 7.2, Seiten 151–162

Betreuer: Tamara Mchedlidze

Karlsruhe Institute of Technology

(10) Treewidth and Dynamic Programming

- ▷ Berechnung entlang nice tree decompositions
- ▷ 4 Typen von Knoten
- ▷ Weighted Independent Set
- ▷ Dominating Set

Most often, proving correctness boils down to showing two inequalities for each type of node: one relating an optimum solution for the node to some solutions for its children, and the second showing the reverse correspondence. It is usual that a precise definition of a state of the dynamic program together with function c denoting its value already suggests natural recursive formulas for c.

Material: Kapitel 7.3, außer 7.3.3, Seiten 162–171

Betreuer: Torsten Ueckerdt

Karlsruhe Institute of Technology

(11) Treewidth and Monadic Second-Order Logic

- ▷ Definition von MSO_2
- ▷ Beispiele, kleine Toolbox
- ▷ Satz von Courcelle
- ▷ Bezug zur Baumweite

$$\mathsf{conn}(X) = \forall_{Y \subseteq V}[(\exists_{u \in X} u \in Y \wedge \exists_{v \in X} v \notin Y) \Rightarrow (\exists_{e \in E} \exists_{u \in X} \exists_{v \in X} \mathsf{inc}(u,e) \wedge \mathsf{inc}(v,e) \wedge u \in Y \wedge v \notin Y)]$$

Now, we rewrite this formula in English.

For every subset of vertices Y, if X contains both a vertex from Y and a vertex outside of Y, then there exists an edge e whose endpoints u, v both belong to X, but one of them is in Y and the other is outside of Y.

Material: Kapitel 7.4, Seiten 177–184

Betreuer: Jonas Sauer

Karlsruhe Institute of Technology

(12) Computing Treewidth

- ▷ Baumweite ist FPT
- ▷ balanced separators
- ▷ knoten-disjunkte Wege
  Satz von Menger
- ▷ rekursive Zerlegung

Like trees, graphs of "small" treewidth have "small" balanced separators. This property is heavily exploited in numerous algorithmic applications of treewidth.

Material: Kapitel 7.6, Seiten 190–199

Betreuer: Tobias Zündorf

(1)

Introduction and Definitions

Valentin

(2)

Kernelization

Matthias

(3)

Other Kernelization Techniques

Lukas

(4)

Bounded Search Trees

Lars

(5)

Parametrized Algorithms from LP-Relaxations

Franziska

(6)

Iterative Compression

Guido

(7)

Randomized Methods

Sascha

(8)

Chromatic Coding and Derandomization

Marcel

(9)

Introduction to Treewidth

Tamara

(10)

Treewidth and Dynamic Programming

Torsten

(11)

Treewidth and Monadic Second-Order Logic

Jonas

(12)

Computing Treewidth

Tobias