

# Errata Buch Komplexität von Algorithmen

Arne Meier      Heribert Vollmer

1. Oktober 2019

## Danksagung

Wir bedanken uns für das Melden von Fehlern bei: Martin Lück, Jianwei Shi, Christian Hartmann, Marvin Kuhnke, Marcel Jahnke, Torben Brennecke, Simon Stork (auch für das Melden von Fehlern in der Errata!), Mahsa Noroozi, Jonas Baethke, Lennart Bohlin.

- Vorwort auf S.1 (Zeile 12)** Ersetzt: 'bieten' durch 'erhalten'
- 1.0 auf S.8 (Zeile 12)** Ersetzt: 'deren' durch 'dessen'
- 1.2 auf S.14 (Zeile -7)** Ersetzt: ' $w'a'zv'$ ' durch ' $w'a'z'v'$ '
- 1.2 auf S.14 (Zeile -6)** Ersetzt: ' $u'zba'w'$ ' durch ' $u'z'ba'w'$ '
- 1.2 auf S.16 (Zeile 16)** Ersetzt: ' $z_1 \square \rightarrow z_a \square L$ ' durch ' $z_1 \square \rightarrow z_{akz} N$ '
- 1.2 auf S.16 (Zeile 22)** Ersetzt: ' $z_3 b \rightarrow z_2 b R$ ' durch ' $z_3 b \rightarrow z_3 b R$ '
- 1.2 auf S.17 (Zeile 2)** Ersetzt: ' $\{z_0, z_1, z_2, z_3, z_4, z_a, z_b, z_c, z_L\}$ ' durch ' $\{z_0, z_1, z_2, z_3, z_4, z_a, z_b, z_c, z_L, z_{akz}, z_v\}$ '
- 1.2 auf S.17 (Zeile 4)** Ersetzt: ' $\{z_a\}$ ' durch ' $\{z_{akz}\}$ '
- 1.2 auf S.17 (Zeile 22)** Ersetzt: ' $z_4$ ' durch ' $z_{akz}$ '
- 1.2 auf S.18 (Zeile 13)** Ersetzt: 'den' durch 'dem'
- 1.2 auf S.18 (Zeile 15)** Ersetzt: 'angeben' durch 'anzugeben'
- 1.3 auf S.19 (Randnotiz)** Ersetzt: 'Zeitzeit' durch 'Laufzeit'
- 1.4 auf S.25 (Zeile 10)** Ersetzt: 'a)' ganz links durch 'c)'
- 1.6 auf S.36 (Aufgabe 17 c))** Ersetzt: ' $\text{NSPACE}(2^{2^n}) = \text{NSPACE}(2^n)$ ' durch ' $\text{NSPACE}(2^{3^n}) = \text{NSPACE}(2^n)$ '
- 1.6 auf S.46 (Lösung Aufgabe 17 c))** Ersetzt: ' $\text{NSPACE}(2^{2^n}) = \text{NSPACE}(2^n)$ ' durch ' $\text{NSPACE}(2^{3^n}) = \text{NSPACE}(2^n)$ '. Hinzugefügt: 'Wir widerlegen:'
- 1.6 auf S.47 (Lösung Aufgabe 17 e)** Ersetzt: ' $\text{NTIME}(n) \subseteq \text{SPACE}(n^k)$  war schon auf dem letzten Übungsblatt.' durch 'Es gilt  $\text{NTIME}(n) \subseteq \text{SPACE}(n) \subseteq \text{SPACE}(n^k)$  nach Satz 4.'
- 3.1 auf S.61 (Zeile -3)** Ersetzt: 'die' durch 'das'
- 3.1 auf S.62 (CONNECTED)** Entfernt: einmal 'ist'
- 3.1 auf S.62 (CYCLE)** Ersetzt: 'is' durch 'ist'

- 3.1 auf S.62 (2-COLORABILITY) Eingefügt: 'ist'
- 3.2 auf S.63 (Zeile 14) Ersetzt: 'zusammen fallen' durch 'zusammenfallen'
- 3.2 auf S.65 (Zeile 10) Entfernt: 'immer'
- 3.2 auf S.66 (Zeile 8) Ersetzt: 'zählen' durch 'sicherstellen'
- 3.2 auf S.66 (Zeile 9f) Entfernt: 'anschließend'
- 4.2 auf S.80 (Zeile 8) Ersetzt: 'Name' durch 'Begriff'
- 4.2 auf S.80 (Zeile 12) Hinzugefügt: '(probably oder previously/provable exponential time)' nach 'PET'
- 4.3 auf S.82 (Zeile 1f) Ersetzt: 'In Beispiel 19 haben wir gesehen, ...' durch 'In Beispiel 19 (siehe Seite 174) sieht man, ...'
- 4.3 auf S.82 (Zeile 9) Hinzugefügt: 'n' bei 'Zeile'
- 4.3 auf S.82 (Zeile 30), 2x Ersetzt: ' $n^k$ ' durch ' $p(n)$ '
- 4.3 auf S.83 (Zeile 7) Ersetzt: ' $n^k$ ' durch ' $p(n)$ '
- 4.3 auf S.83 (Zeile 8) Ersetzt: ' $n^k$ ' durch ' $p(n)$ '
- 4.3 auf S.85 (Zeile 16) Ersetzt: ' $\Gamma$ ' durch ' $|\Gamma|$ '
- 5.1 auf S.96 (Zeile -1) Ersetzt: 'rechts' durch 'links'
- 5.1 auf S.97 (Zeile 11) Ersetzt: 'linken' durch 'oberen'
- 5.1 auf S.97 (Zeile 12) Ersetzt: 'rechten' durch 'unteren'
- 5.1 auf S.101 (Zeile 4) Ersetzt: 'mit' durch 'von'
- 5.1 auf S.101 (Zeile 6) Hinzugefügt: 'Damit gibt es insgesamt  $n! = |S_n|$  solche Permutationen.'
- 5.2 auf S.105 (Zeile 7) Ersetzt: 'dass' durch 'das'
- 5.2 auf S.105 (Zeile 21) Ersetzt: ' $\varphi \in 3SAT$ ' durch ' $\langle \varphi \rangle \in 3SAT$ '
- 5.2 auf S.106 (Zeile 14) Ersetzt: ' $I$ ' durch ' $\hat{I}$ '
- 5.2 auf S.106 (Zeile 15) Ersetzt: ' $\varphi \in 3SAT$ ' ersetzt durch ' $\langle \varphi \rangle \in 3SAT$ '
- 5.2 auf S.108 (Satz 25) Ersetzt: 'ist definiert als' ersetzt durch ', definiert als'
- 5.3 auf S.111 (Zeile -9) Hinzugefügt: ', ' nach 'Da LSAT  $\in$  NP'
- 5.3 auf S.111 (Zeile -6) Hinzugefügt: 'eine obere Schranke für' vor 'die Anzahl'
- 5.3 auf S.111 (Zeile -1) Ersetzt: ' $w_{m+1}$ ' durch ' $m + 1$ '
- 5.3 auf S.112 (Zeile 3) Ersetzt: ' $z'_i$ 's' durch ' $z_i$ 's'
- 5.3 auf S.112 (Zeile 7) Ersetzt: ' $n + 1$ ' durch ' $m + 1$ '
- 5.4 auf S.117 (Zeile 6f) Ersetzt: ' $G$  auf Knoten von  $H$ ' durch ' $H$  auf Knoten von  $G$ '
- 5.4 auf S.117 (Zeile 14) Ersetzt: ' $O(2n^2) + O(n^4)$ ' durch ' $O(n^4)$ '.
- 5.4 auf S.117 (Zeile 14) Ergänzung: Wenn man prüft, dass die Funktion  $f$  linkseindeutig und linkstotal ist, dann kann man die Markierungen im Algorithmus weglassen.

- 5.4 auf S.117 (Zeile 19)** Hinzugefügt  $\langle \cdot \rangle$  um ' $G, k$ ', ' $G, H$ ' sowie bei ' $(\emptyset, \emptyset, (\{v_1\}, \emptyset)$ ' die runden Klammern durch spitze ersetzt.
- 5.4 auf S.120 (Zeile 11)** Hinzugefügt: 'mit  $G = (V, E)$  und  $k \in \mathbb{N}$ '
- 5.4 auf S.120 (Zeile 12)** Korrigiert zu: 'Ist  $D \not\subseteq V$  oder  $|D| > k$ , verwerfe.'
- 5.4 auf S.120 (Zeile 17, Laufzeitabschätzung)** Korrigiert zu: 'Laufzeit:  $O(|V|) + O(|V|) \cdot O(|E|) \cdot O(|V|) \in O(n^3)$ .'
- 5.4 auf S.121 (Zeile 7)** Hinzugefügt: Leerzeichen.
- 5.4 auf S.121 (Zeile 17+18)** Einrückungsebene von Zeilen 6 und 7 um eins verringert.
- 5.4 auf S.121 (Zeilen 20–22)** Zeilenverweise und Text angepasst und Antworttext zur Frage hinzugefügt: „VERTEX-COVER $_k$  ist eingeschränkt auf feste  $k \in \mathbb{N}$ , aus diesem Grund ist das Problem auch in Polynomialzeit lösbar. Daher ist VERTEX-COVER das allgemeinere der beiden Probleme; hier ist  $k$  ein Teil der Eingabe.“
- 5.4 auf S.122 (Zeile –6)** Ersetzt: ' $c > 1$ ' durch ' $c \geq 1$ '
- 6.1 auf S.130 (Zeile 15f)** Ersetzt: 'ein mit jedem Optimierungsproblem verbundenen' durch 'zu jedem Optimierungsproblem ein damit verbundenen'
- 6.1 auf S.130 (Lemma 1)** Korrektur: Sei  $\mathcal{P}$  ein Optimierungsproblem. Dann gilt:  $\mathcal{P} \in \text{NPO}$  impliziert  $\mathcal{P}_D \in \text{NP}$ .
- 6.1 auf S.131 (Beweis zu Lemma 1)** Korrektur: Lösche die Beweisrichtung ' $\Leftarrow$ ', da sie falsch ist.
- 6.1 auf S.131 (Lemma 2)** Korrektur: Sei  $\mathcal{P}$  ein Optimierungsproblem. Dann gilt:  $\mathcal{P} \in \text{PO}$  impliziert  $\mathcal{P}_D \in \text{P}$ .
- 6.1 auf S.132 (Übungsaufgabe 53)** Ersetzt: 'Seite 107' durch 'Seite 108'.
- 6.2 auf S.134 d) iii))** Ersetzt: 'Schwere' durch 'schwer'
- 6.2 auf S.137ff (Lösung Aufgabe 53)** Ersetzt: Werte  $s_i$  durch  $a_i$  und  $S$  durch  $A$  ersetzt damit die Probleme analog zu KNAPSACK definiert sind.
- 6.2 auf S.138 (Lösung Aufgabe 54, Zeile 1 und 7)** Ersetzt: ' $Sol$ ' durch ' $s$ '.
- 6.2 auf S.140, c), Zeile 3+8** Ersetzt: ' $Sol$ ' durch ' $s$ '.
- 6.2 auf S.140, c), Zeile 9** Eingefügt, Antwort zu (ii): „Sei  $x \in \text{MinPATH}_D$ . Dann ist  $x$  ein ungerichteter Graph für den es einen einfachen Pfad mit minimaler Länge  $\leq k$  gibt, der  $u v$  verbindet. Also gibt es einen solchen Pfad und  $x \in \text{SPATH}$ . Ist nun  $x \in \text{SPATH}$ , dann gibt es einen einfachen Pfad von  $u$  zu  $v$  mit Länge  $\ell \leq k$ . Für die Länge  $m$  eines kürzesten Pfades gilt natürlich  $m \leq \ell \leq k$  und damit gilt  $x \in \text{MinPATH}_D$ .“
- 6.2 auf S.140, Kurzfragen Lösungen** Korrektur:  $\checkmark, \times, \times, \times$ .
- 7.1 auf S.142 (Zeile 19–29)** Ersetzt: ' $x$ ' durch ' $D$ '
- 7.1 auf S.146 (Zeile 14)** Ersetzt: ' $\in E$ ' durch ' $\in E'$ '
- 7.1 auf S.146 (Zeile 24)/TreeTSP Algorithmus, Zeile 1** Ersetzt: ' $w$ ' durch ' $D$ '

- 7.1 auf S.148 (Zeile 13)** Hinzugefügt: ', bis auf einen, falls  $|V|$  ungerade' nach 'in  $M$  vor'
- 7.1 auf S.149 (Zeile 8)** Ersetzt: 'entsteht' durch 'erzeugt'
- 7.2 auf S.151 (Zeile 29)** Ersetzt: 'Also liegt folgende Situation vor:' durch 'Die vorliegende Situation ist rechts abgebildet.'
- 7.4 auf S.160 (Lösung zu 58 (a))** Zur Vereinheitlichung ersetzt: ' $\dot{\cup}$ ' durch ' $\uplus$ '.
- S.180 (Aufzählungspunkt 3)** Korrigiert zu: Ein Optimierungsproblem  $\mathcal{P} = (I, s, m, t)$  ist NP-schwer gdw.  $I$  NP-vollständig ist.  $\times$ . Eine Menge von Instanzen  $I$  kann nicht NP-vollständig sein. (Korrekt wäre die Frage, wenn statt  $I$  das zugehörige Entscheidungsproblem  $\mathcal{P}_D$  genannt werden würde.)
- S.181 (Zeile -2)** Hinzugefügt: ',  $t$ ' nach ' $(x_n, 1)$ '
- S.182 (Zeile 6)** Hinzugefügt: ',  $t$ ' nach ' $(x_n, 1)$ '
- S.182 (Zeile 11)** Hinzugefügt: ',  $t$ ' nach ' $(x_n, 1)$ '
- S.189 (5., Zeile 7)** Ersetzt: 'SVS' durch 'DCLIQUE'
- S.189 (5., Zeile 9)** Ersetzt: 'DCLIQUE' durch 'DCLIQUE'
- S.190 (Mitgliedschaft von DCLIQUE in NP)** Korrigiert zu:

**Eingabe:** Ungerichteter Graph  $G = (V, E)$  und natürliche Zahl  $k$ , Mengen  $V_1, V_2 \subseteq V$

- 1: Prüfe, dass  $|V_i| \geq k$  gilt für  $i = 1, 2$ .
- 2: Prüfe, dass  $V_1 \cap V_2 = \emptyset$  gilt.
- 3: Prüfe für jeweils  $i = 1, 2$  und für jedes Paar  $u, v \in V_i$ , ob  $(u, v) \in E$  gilt.
- 4: Falls immer ja: akzeptieren. Sonst: ablehnen.

Wir verwenden Satz 11 von S. 64 in unserer Argumentation. Der deterministische Polynomialzeit-Algorithmus überprüft DCLIQUE. Schritt 1 und 2 verlaufen in Zeit  $O(|V|)$  und Schritt 3 verläuft in Zeit  $O(|V|^2)$ .