

SS 2010

Effiziente Algorithmen und Datenstrukturen II

Ernst W. Mayr

Fakultät für Informatik
TU München

<http://www14.in.tum.de/lehre/2010SS/ea/>

Sommersemester 2010

Kapitel 0 Organisatorisches

- Vorlesungen:
 - 4SWS Di 08:30–10:00 (MI HS2), Do 08:30–10:00 (00.08.038)
Wahlpflichtvorlesung im Gebiet Algorithmen (Theoretische Informatik, Informatik III), Bioinformatik
Modulnr. IN2004
- Übung:
 - 2SWS Zentralübung: Do 12:15–13:45 (03.11.018)
 - Übungsleitung: Jeremias Weihmann
- Umfang:
 - 4V+2ZÜ, 8 ECTS-Punkte
- Sprechstunde:
 - nach Vereinbarung

- Übungsleitung:
 - Jeremias Weihmann, MI 03.09.041 (weihmann@in.tum.de)
Sprechstunde: Freitag, 14:00Uhr und nach Vereinbarung per Email
- Sekretariat:
 - Frau Lissner, MI 03.09.052 (lissner@in.tum.de)

- Übungsaufgaben und Klausur:
 - Ausgabe jeweils am Dienstag in der Vorlesung bzw. auf der Webseite der Vorlesung
 - Abgabe eine Woche später vor der Vorlesung
 - Besprechung in der Zentralübung
- Klausur:
 - schriftliche Klausur, Termin: 23. Juli 2010, 11:30–14:30Uhr, MW 1250
 - bei der Klausur sind *keine* Hilfsmittel außer einem handbeschriebenen DIN-A4-Blatt zugelassen
 - Leistungsnachweis: **40%** der erreichbaren Hausaufgabenpunkte, erfolgreiche Teilnahme an Klausur
 - vorauss. 12 Übungsblätter, das letzte am 13. Juli 2010, jedes 40 Punkte




- Vorkenntnisse:
 - Einführung in die Informatik 1/2
 - Diskrete Strukturen (DS, DWT)
 - Grundlagen: Algorithmen und Datenstrukturen (GAD)
 - Effiziente Algorithmen und Datenstrukturen
- Weiterführende Vorlesungen:
 - Randomisierte Algorithmen
 - Komplexitätstheorie
 - Internetalgorithmik
 - ...
- Webseite:

<http://wwwmayr.in.tum.de/lehre/2010SS/ea/>

1. Geplante Themengebiete

- 1 Flüsse in Netzwerken
- 2 String und Pattern Matching
- 3 Planare Graphen
- 4 Scheduling
- 5 Ganzzahlige Optimierung
- 6 Approximationsalgorithmen

2. Literatur

-  Alfred V. Aho, John E. Hopcroft, Jeffrey D. Ullman:
The design and analysis of computer algorithms,
Addison-Wesley Publishing Company: Reading (MA), 1974
-  Ravindra K. Ahuja, Thomas L. Magnanti, James B. Orlin:
Network flows — Theory, algorithms, and applications,
Prentice-Hall: Englewood Cliffs, NJ, 1993
-  Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ron L. Rivest,
Clifford Stein:
Introduction to algorithms,
McGraw-Hill, 1990



Donald E. Knuth:

The art of computer programming. Vol. 1: Fundamental algorithms,

3. Auflage, Addison-Wesley Publishing Company: Reading (MA), 1997



Volker Heun:

Grundlegende Algorithmen: Einführung in den Entwurf und die Analyse effizienter Algorithmen,

2. Aufl., Vieweg: Braunschweig-Wiesbaden, 2003



Christos H. Papadimitriou, Kenneth Steiglitz:

Combinatorial optimization: Algorithms and complexity,
Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1982



Robert E. Tarjan:

Data Structures and Network Algorithms,
CBMS-NSF Regional Conference Series in Applied
Mathematics, SIAM, Philadelphia, PA, 1983



Steven S. Skiena:

The algorithm design manual,
Springer-Verlag: Berlin-Heidelberg-New York, 1998

Weitere Originalarbeiten und Texte werden im Verlauf der
Vorlesung angegeben.

Kapitel VII Flüsse in Netzwerken

1. Grundlagen

2. Schnitte

3. Min-Cut-Max-Flow-Theorem

4. Ford-Fulkerson-Algorithmus



L.R. Ford, Jr., D.R. Fulkerson:

Maximal flow through a network.

Can. J. Math. **8** pp. 399–404, 1956

5. Konvergenzprobleme

6. Edmonds-Karp Heuristik

7. Blockierende Flüsse

7.1 Dinits' Algorithmus



Shimon Even:

The Dinic Algorithm.

Graph Algorithms, section 5.2, Computer Science Press:
Rockville, MD, 1979

7.2 Der Malhotra-Pramodh Kumar-Maheshwari (MPM) Algorithmus



Shimon Even:

The MPM Algorithm.

Graph Algorithms, section 5.2, Computer Science Press:
Rockville, MD, 1979

Weitere Literatur:



Robert Endre Tarjan:

A simple version of Karzanov's blocking flow algorithm.

Oper. Res. Lett. **2** pp. 265–268, 1984

8. Erweiterungen und Spezialfälle

8.1 Netzwerke mit unteren und oberen Schranken



Shimon Even:

Networks with upper and lower bounds.

Graph Algorithms, section 5.3, Computer Science Press:
Rockville, MD, 1979

8.2 Minimaler Fluss

8.3 0-1-Netzwerke



Shimon Even:

Zero-one network flow.

Graph Algorithms, section 6.1, Computer Science Press:
Rockville, MD, 1979

8.3.1 0-1-Netzwerke vom Typ 1

8.3.2 0-1-Netzwerke vom Typ 2

9. Push/Relabel-Algorithmus von Goldberg-Tarjan



Andrew V. Goldberg, Robert E. Tarjan:

A new approach to the maximum-flow problem.

J. ACM **35** pp. 921–924, ACM Press: New York, 1988

Push/Relabel-Algorithmus von Goldberg-Tarjan (Forts.):



Andrew V. Goldberg, Robert E. Tarjan:

A new approach to the maximum-flow problem.

J. ACM **35** pp. 924–929, ACM Press: New York, 1988

9.1 Die FIFO-push-relabel-Variante



Andrew V. Goldberg, Robert E. Tarjan:

A new approach to the maximum-flow problem.

J. ACM **35** pp. 929–931, ACM Press: New York, 1988

9.2 Weitere Varianten



Andrew V. Goldberg, Robert E. Tarjan:

A new approach to the maximum-flow problem.

J. ACM **35** pp. 931–940, ACM Press: New York, 1988



Daniel Dominic Sleator, Robert Endre Tarjan:

A data structure for dynamic trees.

J. Comput. Syst. Sci. **26** pp. 362–391, Academic Press: New York, 1983



Daniel Dominic Sleator, Robert Endre Tarjan:

Self-adjusting binary search trees.

J. ACM **32**(3) pp. 652–686, ACM Press: New York, 1985

10. Der Skalierungsansatz von Ahuja-Orlin



Ravindra K. Ahuja, James B. Orlin:

A fast and simple algorithm for the maximum flow problem.

Oper. Res. **37** pp. 748–759, Operations Research Society of America, 1989

11. Zusammenhang in Graphen

11.1 Knotenzusammenhang in ungerichteten Graphen



Shimon Even:

Vertex connectivity of graphs.

Graph Algorithms, pp. 121–126, Computer Science Press:
Rockville, MD, 1979

Knotenzusammenhang in ungerichteten Graphen (Forts.):



Shimon Even:

Vertex connectivity of graphs.

Graph Algorithms, pp. 127–130, Computer Science Press:
Rockville, MD, 1979

11.2 Knotenzusammenhang in Digraphen



Shimon Even:

Connectivity of digraphs and edge connectivity.

Graph Algorithms, p. 130, Computer Science Press: Rockville, MD, 1979

11.3 Kantenzusammenhang



Shimon Even:

Connectivity of digraphs and edge connectivity.

Graph Algorithms, pp. 130–132, Computer Science Press: Rockville, MD, 1979

11.4 Anwendungen



Shimon Even:

Connectivity of digraphs and edge connectivity.

Graph Algorithms, pp. 132–135, Computer Science Press:
Rockville, MD, 1979

12. Ein einfacher Min-Cut-Algorithmus



M. Stoer, F. Wagner:

A Simple Min-Cut Algorithm.

J. ACM **44** pp. 585–591, ACM Press: New York, 1979

13. Max-Flow für alle Knotenpaare

Wir verweisen auch noch auf die folgende klassische Arbeit, die es für ungerichtete Graphen gestattet, den jeweils maximalen Fluss für alle Knotenpaare mit nur $|V| - 1$ Flussproblemen zu berechnen:



R.E. Gomory, T.C. Hu:

Multi-terminal Network Flows.

J. Soc. Indust. Appl. Math. **9**(4) pp. 551–570, 1961

Kapitel VIII Textsuche

1. Begriffe und Notation



Volker Heun:

Grundlegende Algorithmen — Einführung in den Entwurf und die Analyse effizienter Algorithmen.

p. 215, Vieweg Verlag: Braunschweig-Wiesbaden, 2003

2. Der Algorithmus von Knuth-Morris-Pratt



Volker Heun:

Grundlegende Algorithmen — Einführung in den Entwurf und die Analyse effizienter Algorithmen.

pp. 216–218, Vieweg Verlag: Braunschweig-Wiesbaden, 2003



Volker Heun:

Grundlegende Algorithmen — Einführung in den Entwurf und die Analyse effizienter Algorithmen.

pp. 218–221, Vieweg Verlag: Braunschweig-Wiesbaden, 2003



Donald E. Knuth, James H. Morris, Vaughan R. Pratt:

Fast pattern matching in strings.

SIAM J. Comput. **6** pp. 323–350, Society for Industrial and Applied Mathematics: Philadelphia, PA, 1977

3. Der Algorithmus von Boyer und Moore



Volker Heun:

Grundlegende Algorithmen — Einführung in den Entwurf und die Analyse effizienter Algorithmen.

pp. 221–223, Vieweg Verlag: Braunschweig-Wiesbaden, 2003

Der Algorithmus von Boyer und Moore (Forts.):



Volker Heun:

Grundlegende Algorithmen — Einführung in den Entwurf und die Analyse effizienter Algorithmen.

pp. 223–226, Vieweg Verlag: Braunschweig-Wiesbaden, 2003

Der Algorithmus von Boyer und Moore (Forts.):



Volker Heun:

Grundlegende Algorithmen — Einführung in den Entwurf und die Analyse effizienter Algorithmen.

pp. 226–230, Vieweg Verlag: Braunschweig-Wiesbaden, 2003



Robert S. Boyer, J. Strother Moore:

A fast string searching algorithm.

Comm. ACM **20** pp. 762–772, ACM Press: New York, 1988



Zvi Galil:

On improving the worst case running time of the Boyer-Moore string matching algorithm.

Comm. ACM **22** pp. 505–508, ACM Press: New York, 1988

Einige weitere interessante Artikel:



Zvi Galil:

String Matching in Real Time.

J. ACM **28** pp. 134–149, ACM Press: New York, 1981



Zvi Galil, Joel Seiferas:

Time-Space-Optimal String Matching.

J. Comput. Syst. Sci. **26** pp. 280–294, Academic Press: New York-San Francisco-London-San Diego, 1983

4. Tries und Trees

4.1 Suffix-Tries



Volker Heun:

Grundlegende Algorithmen — Einführung in den Entwurf und die Analyse effizienter Algorithmen.

pp. 231–234, Vieweg Verlag: Braunschweig-Wiesbaden, 2003

4.2 Suffix-Bäume



Volker Heun:

Grundlegende Algorithmen — Einführung in den Entwurf und die Analyse effizienter Algorithmen.

pp. 234–237, Vieweg Verlag: Braunschweig-Wiesbaden, 2003



Volker Heun:

Grundlegende Algorithmen — Einführung in den Entwurf und die Analyse effizienter Algorithmen.

pp. 238–239, Vieweg Verlag: Braunschweig-Wiesbaden, 2003

Ergänzende Literatur:



E. Ukkonen:

On-line construction of suffix trees.

Algorithmica **14** pp. 249–260, Springer-Verlag: New York, 1995



Udi Manber, Gene Myers:

Suffix arrays: A new method for on-line string searches.

SIAM J. Comput. **22** pp. 935–948, Society for Industrial and Applied Mathematics: Philadelphia, PA, 1993

Kapitel IX Textkompression

1. Einfache untere Schranke



Volker Heun:

Grundlegende Algorithmen — Einführung in den Entwurf und die Analyse effizienter Algorithmen.

p. 239, Vieweg Verlag: Braunschweig-Wiesbaden, 2003

2. Huffman-Kodierung



Volker Heun:

Grundlegende Algorithmen — Einführung in den Entwurf und die Analyse effizienter Algorithmen.

pp. 240–244, Vieweg Verlag: Braunschweig-Wiesbaden, 2003

3. Lempel-Ziv-77



Volker Heun:

Grundlegende Algorithmen — Einführung in den Entwurf und die Analyse effizienter Algorithmen.

pp. 244–245, Vieweg Verlag: Braunschweig-Wiesbaden, 2003

4. Lempel-Ziv-78



Volker Heun:

Grundlegende Algorithmen — Einführung in den Entwurf und die Analyse effizienter Algorithmen.

pp. 245–246, Vieweg Verlag: Braunschweig-Wiesbaden, 2003

5. Lempel-Ziv-Welch



Volker Heun:

Grundlegende Algorithmen — Einführung in den Entwurf und die Analyse effizienter Algorithmen.

pp. 246–247, Vieweg Verlag: Braunschweig-Wiesbaden, 2003

6. Die Burrows-Wheeler-Transformation



Volker Heun:

Grundlegende Algorithmen — Einführung in den Entwurf und die Analyse effizienter Algorithmen.

pp. 247–249, Vieweg Verlag: Braunschweig-Wiesbaden, 2003



Michael Burrows, David J. Wheeler:

A block-sorting lossless data compression algorithm.

DEC SRC Research Report 124, May 1994

7. Komprimierte Volltext-Indizierung



Gonzalo Navarro, Veli Mäkinen:

Compressed Full-Text Indexes.

ACM Comput. Surv. **39**(1) Article 2, pp. 1–11, ACM Press:
New York, 2007

Komprimierte Volltext-Indizierung (Forts.)



Gonzalo Navarro, Veli Mäkinen:

Compressed Full-Text Indexes.

ACM Comput. Surv. **39**(1) Article 2, pp. 12–61, ACM Press:
New York, 2007

Kapitel X Scheduling

1. Grundbegriffe und Notation



Peter Brucker:

Scheduling Algorithms.

pp. 1–10, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 2007



Joseph Y-T. Leung (Ed.):

Handbook of Scheduling. Algorithms, Models, and Performance Analysis.

pp. 1_6–1_9, Chapman&Hall/CRC, Boca Raton-London-New York, 2004

2. Single Machine Problems

2.1 Der Algorithmus von Lawler für $1|prec|f_{max}$



Peter Brucker:

Scheduling Algorithms.

pp. 62–63, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 2007

2.2 Maximum Lateness, die Regeln von Jackson und Horn



Peter Brucker:

Scheduling Algorithms.

pp. 67–69, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 2007

3. Parallel Machine Problems

3.1 Der Algorithmus von Hu für $P|p_j = p;intree|C_{max}$



Joseph Y-T. Leung (Ed.):

Handbook of Scheduling. Algorithms, Models, and Performance Analysis.

pp. 3_1–3_3, Chapman&Hall/CRC, Boca Raton-London-New York, 2004

3.2 Erweiterung des Algorithmus von Hu auf

$P|p_j = p;intree|L_{max}$



Peter Brucker:

Scheduling Algorithms.

pp. 139–145, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 2007



E.G. Coffman, Jr., R.L. Graham:

Optimal Scheduling for Two-Processor Systems.

Acta Informatica **1** pp. 200–213, Springer-Verlag,
Berlin-Heidelberg, 1972

3.3 Der Coffman-Graham-Algorithmus für

$P2|p_j = p; prec|C_{max}$



Joseph Y-T. Leung (Ed.):

Handbook of Scheduling. Algorithms, Models, and Performance Analysis.

pp. 3_3–3_6, Chapman&Hall/CRC, Boca Raton-London-New York, 2004

3.4 Erweiterung des Coffman-Graham-Algorithmus auf

$P2|p_j = p; prec|L_{max}$



Peter Brucker:

Scheduling Algorithms.

pp. 145–154, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 2007

4. List Scheduling

Zu den folgenden vier Unterabschnitten siehe



R.L. Graham:

Bounds on Multiprocessing Timing Anomalies.

SIAM J. Appl. Math. **17** pp. 416–429, Society for Industrial and Applied Mathematics: Philadelphia, PA, 1969



R.L. Graham:

Bounds for Certain Multiprocessing Anomalies.

Bell System Tech. J. **45** pp. 1563–1581, Bell Labs, 1966

4.1 Grundlagen und Definitionen

4.2 Anomalien

4.3 Schranke für die Approximationsgüte

4.4 Die Schranke ist scharf

4.5 Weitere Literatur zu List Scheduling und verwandten Themen



Joseph Y-T. Leung (Ed.):

Handbook of Scheduling. Algorithms, Models, and Performance Analysis.

pp. 15_32–15_34, Chapman&Hall/CRC, Boca Raton-London-New York, 2004



E.G. Coffman, Jr., Ravi Sethi:

A Generalized Bound on LPT Sequencing.

RAIRO Informatique **10** pp. 17–25, 1976



E.G. Coffman, Jr., M.R. Garey, D.S. Johnson:

An Application of Bin-Packing to Multiprocessor Scheduling.

SIAM J. Comput. **7** pp. 1–17, Society for Industrial and Applied Mathematics: Philadelphia, PA, 1978



Susanne Albers:

Better Bounds for Online Scheduling.

SIAM J. Comput. **29** pp. 459–473, Society for Industrial and Applied Mathematics: Philadelphia, PA, 1999



Susanne Albers:

On Randomized Online Scheduling.

Proceedings of the 34th Annual ACM Symposium on Theory of Computing, STOC 2002, pp. 134–143, ACM Press: New York, 2002



Joseph Y-T. Leung (Ed.):

Handbook of Scheduling. Algorithms, Models, and Performance Analysis.

pp. 10.1–10.12, Chapman&Hall/CRC, Boca Raton-London-New York, 2004

5. LP-Algorithmen für Scheduling



Jon Kleinberg, Éva Tardos:

Algorithm Design.

pp. 637–643, Pearson Studium: Boston-San Francisco-New York, 2006

6. \mathcal{NP} -schwere Scheduling-Probleme



J.D. Ullman:

\mathcal{NP} -Complete Scheduling Problems.

JCSS **10** pp. 383–393, 1975



P. Brucker, M.R. Garey, D.S. Johnson:

Scheduling Equal-Length Tasks under Treelike Precedence Constraints to Minimize Maximum Lateness.

Math. Oper. Res. **2** pp. 275–284, 1977



Joseph Y-T. Leung (Ed.):

Handbook of Scheduling. Algorithms, Models, and Performance Analysis.

pp. 14_33–14_37, Chapman&Hall/CRC, Boca Raton-London-New York, 2004

7. Zusammenfassung und Übersicht



T.C.E. Cheng, C.C.S. Sin:

A state-of-the-art review of parallel-machine scheduling research.

European J. Oper. Res. **47** pp. 271–292, 1990



Ethel Mokotoff:

Parallel machine scheduling problems: A survey.

Asia-Pacific J. Oper. Res. **18** pp. 193–242, 2001



R.L. Graham, E.L. Lawler, J.K. Lenstra, A.H.G. Rinnooy Kan:
Optimization and Approximation in Deterministic Sequencing and Scheduling: A Survey.

Annals Disc. Math. **5** pp. 287–326, 1979