

Lehr- und Forschungseinheit

Algorithmen und Komplexität

<http://www.informatik.hu-berlin.de/Institut/struktur/algorithmen/>

Leiter

PROF. DR. HANS JÜRGEN PRÖMEL

Tel.: (030) 2093 3188

E-Mail: proemel@informatik.hu-berlin.de

Sekretariat

EVA SANDIG

Tel.: (030) 2093 3190

Fax: (030) 2093 3191

E-Mail: sandig@informatik.hu-berlin.de

Wissenschaftliche Mitarbeiter

DR. CLEMENS GRÖPL

DR. STEFAN HOUGARDY

DR. TILL NIERHOFF

DR. DERYK OSTHUS

DIPL.-INF. MARK PROKSCH

DR. ANUSCH TARAZ

Techniker

DIPL.-MATH. RALF OELSCHLÄGEL

Promotionsstudenten

DIPL.-MATH. MARTIN THIMM

SHI LINGSHENG, M.S.

Tutoren

MATHIAS BLOCK

SEBASTIAN MAREK

ANDREAS MARWINSKI

GERRY BUCKLEY

Zentrale Lehr- und Forschungsgegenstände am Lehrstuhl für Algorithmen und Komplexität sind der Entwurf und die Analyse effizienter Algorithmen. In der Komplexitätstheorie werden Probleme hinsichtlich verschiedener Komplexitätsmaße, wie Laufzeit oder Speicherplatz, klassifiziert. Algorithmen zur Lösung von Problemen, die sich durch eine besonders kurze Laufzeit bzw. einen besonders geringen Speicherplatz auszeichnen, werden effizient genannt. Eine wichtige Grundlage für die Entwicklung von effizienten Algorithmen ist ein genaues Verständnis der den Problemen

zugrunde liegenden Strukturen. Diese können in vielen Fällen als Graph oder Hypergraph modelliert werden. Ein Schwerpunkt der Forschung am Lehrstuhl ist die Untersuchung zufälliger Graphen und Hypergraphen und die Anwendung der dabei erzielten probabilistischen und asymptotischen Resultate beim Entwurf und der Analyse von Graphenalgorithmen. Zu den wichtigsten effizienten Verfahren gehören randomisierte Algorithmen, die vom Zufall Gebrauch machen, und approximative Algorithmen, die gute Näherungslösungen liefern.

Eine Umsetzung der theoretischen Erkenntnisse in Algorithmen für praxisrelevante Probleme fand im Rahmen eines Drittmittelprojekts gemeinsam mit der Deutschen Lufthansa bei der Lösung großer kombinatorischer Optimierungsprobleme im Bereich der Luftfahrt-industrie statt.

Lehre

Die Grundlagen der Gebiete Algorithmen und Komplexität werden im Grundstudium in den Vorlesungen *Theoretische Informatik 2* (Schwerpunkte: Algorithmen und Datenstrukturen) und *Theoretische Informatik 3* (Schwerpunkt: Komplexitätstheorie) vermittelt.

Der zentrale Forschungsgegenstand des Lehrstuhls, Graphentheorie und -algorithmen, wird in der Hauptstudiumsvorlesung *Graphen und Algorithmen* behandelt. In den Seminaren werden spezielle Klassen von Algorithmen wie approximative, randomisierte und Online Algorithmen untersucht. Abgerundet wird das Lehrangebot durch verschiedene Seminare und Workshops im Rahmen von Kooperationen, in denen aktuelle Themen aus der Forschung behandelt werden (siehe auch unter Tagungen, Workshops und wissenschaftliche Kooperationen).

Veranstaltungen im Grundstudium

- Pattern Matching (S. HOUGARDY, SS 00)
- Theoretische Informatik 2 (J. KÖBLER, C. GRÖPL, O. BEYERSDORFF, WS 00/01)

Kernveranstaltungen (Halbkurse)

- Graphen und Algorithmen, Teil 2 (H.J. PRÖMEL, A. TARAZ, SS 00)
- Graphen und Algorithmen, Teil 1 (S. HOUGARDY, WS 00/01)
- Probabilistische Methoden in der Informatik (A. TARAZ, WS 00/01)
- Kombinatorische Optimierung (M. PROKSCH, WS 00/01)

Seminare

- Bioinformatik (S. HOUGARDY, SS 00)
- Randomisierte Algorithmen für Routing und Hashing Probleme (A. TARAZ, WS 00/01)

Forschung

Projekt: Approximative, randomisierte und probabilistische Algorithmen für kombinatorische Optimierungsprobleme

Ansprechpartner: PROF. DR. HANS JÜRGEN PRÖMEL

Beteiligte Mitarbeiter: Dr. CLEMENS GRÖPL, Dr. STEFAN HOUGARDY, Dr. TILL NIERHOFF

Forschungsförderung: Deutsche Forschungsgemeinschaft

Viele in der Praxis auftretende und theoretisch interessante Probleme sind NP-schwer, können also nach heutigem Kenntnisstand in polynomieller Zeit nicht exakt gelöst werden. Daher ist man an Algorithmen interessiert, die in polynomieller Zeit brauchbare Näherungs-lösungen finden.

In diesem Forschungsprojekt sollen zum einen möglichst gute Approximationsalgorithmen gefunden oder aber bestimmt werden, welche Schranke die Approximationsgüte in polynomieller Zeit nicht überschreiten kann. Die Untersuchungen konzentrieren sich vor allem auf einen Problemkreis, in dessen Mittelpunkt das Steinerbaumproblem und einige bezüglich ihres Approximationsverhaltens eng damit verflochtenen Probleme stehen. Im Sinne einer probabilistischen Analyse werden auch solche Algorithmen untersucht, die eine erwartet gute oder sogar optimale Lösung in erwartet polynomieller Laufzeit finden. Dem Forschungsprojekt liegt die Vision zugrunde, dass man durch Einsichten in den Phasen-übergang zwischen Approximierbarkeit und Nichtapproximierbarkeit letztendlich auch ein besseres Verständnis des Phasenübergangs zwischen P und NP erlangt.

Projekt: Probabilistische Argumente und algorithmische Probleme in Graphen und Hypergraphen

Ansprechpartner: PROF. DR. HANS JÜRGEN PRÖMEL

Beteiligte Mitarbeiter: Dr. DERYK OSTHUS, DR. ANUSCH TARAZ

Forschungsförderung: Deutsche Forschungsgemeinschaft

Nachdem probabilistische Argumente seit langem erfolgreich in der Graphentheorie benutzt werden, um die Existenz von Strukturen mit bestimmten Eigenschaften nachzuweisen, hat sich das Interesse in den letzten Jahren zunehmend den algorithmischen Möglichkeiten dieser Methoden zugewendet. Das Ziel des Forschungsprojekts ist es, Untersuchungen über Existenz- und Abzählprobleme in Graphen und Hypergraphen weiterzutreiben und die gewonnenen Ergebnisse auf algorithmische Fragestellungen anzuwenden. Im Vordergrund steht hierbei insbesondere die Anwendung von probabilistischen und asymptotischen Resultaten bei dem Entwurf und der Analyse von Färbungsalgorithmen. Dabei werden sowohl sequentielle als auch parallele und verteilte Verfahren untersucht.

Projekt: Pairing Generator auf Basis lokaler Suchheuristiken - PAGALOS

Ansprechpartner: PROF. DR. HANS JÜRGEN PRÖMEL

Beteiligte Mitarbeiter: MARK PROKSCH

Forschungsförderung: Lufthansa Systems Berlin GmbH

Durch einen zunehmenden Wettbewerb sind Fluggesellschaften in immer stärkerem Maße gezwungen, personelle und materielle Ressourcen effizient einzusetzen. Verstärkt kommen hier Optimierungswerkzeuge zum Einsatz.

Ein Teilproblem der Flugpersonalplanung, das sogenannte Pairing-Problem, besteht darin, anonyme Dienstsichten (Pairings) zu erstellen, die später den einzelnen Mitarbeitern zugeordnet werden

können. Dabei müssen neben wirtschaftlichen Kriterien eine Reihe gesetzlicher und tarifvertraglicher Regelungen zu Dienst- und Ruhezeiten beachtet werden.

Im Verbundprojekt PARALOR, das im Juli 1997 auslief, entstand der Prototyp eines Pairinggenerators, der vor allem zur Entwicklung geeigneter Algorithmen für das Pairing-Problem diente. Im Projekt PAGALOS wurde der Prototyp weiterentwickelt und an eine veränderte Problemstellung angepasst. Umfangreiche Studien ergänzten die in PARALOR gesammelten Erfahrungen.

Projekt: Asymptotische und algorithmische Graphentheorie - Probral

Ansprechpartner: PROF. DR. HANS JÜRGEN PRÖMEL

Beteiligte Mitarbeiter: DR. TILL NIERHOFF, DR. DERYK OSTHUS, DR. ANUSCH TARAZ

Zusammenarbeit: Universidade de São Paulo

Forschungsförderung: Deutscher Akademischer Austauschdienst und CAPES

Ziel des Projekts ist es, sowohl Erkenntnisse über typische Eigenschaften von bestimmten Klassen von Graphen zu gewinnen, als auch neue Ergebnisse über das Verhalten von Graphenalgorithmen zu erzielen.

In der asymptotischen Graphentheorie geht es darum, möglichst genau die (asymptotische) Anzahl von Graphen mit bestimmten Eigenschaften und auch deren typische Struktur zu ermitteln.

Inhalt der algorithmischen Graphentheorie ist die Analyse und der Entwurf von effizienten Verfahren zur Lösung von Optimierungsproblemen auf Graphen. Im Rahmen dieses Projekts soll für einige dieser Probleme untersucht werden, inwieweit sie in polynomieller Zeit zumindest annähernd lösbar sind.

Bindeglied zwischen den beiden oben genannten Themen ist die Tatsache, dass Methoden aus der asymptotischen Graphentheorie eingesetzt werden können, um zu erforschen, ob Lösungsverfahren durch Einsatz von Zufall beschleunigt werden können und wie groß die erwartete Laufzeit solcher Verfahren ist.

Projekt: Graduiertenkolleg Algorithmische Diskrete Mathematik

Ansprechpartner: PROF. DR. HANS JÜRGEN PRÖMEL

Beteiligter Stipendiat: MARTIN THIMM

Forschungsförderung: Deutsche Forschungsgemeinschaft

Das Graduiertenkolleg wird gemeinsam getragen von der Freien Universität Berlin, der Humboldt-Universität zu Berlin, der Technischen Universität Berlin und dem Konrad-Zuse-Zentrum Berlin.

Aus den klassischen Gebieten wie Kombinatorik oder Graphentheorie hat sich die Diskrete Mathematik unter Einbeziehung des algorithmischen Standpunktes zu einem Themenkreis entwickelt, der Aspekte der Grundlagen wie der angewandten Wissenschaften vereint. Im Zentrum

des Graduiertenkollegs stehen Themen, die in integraler Weise Fragen und Methoden aus Mathematik und Informatik verknüpfen, wie z. B. Bewegungsplanung, Mustererkennung, algorithmische Geometrie. Flankiert werden sie durch Grundlagengebiete wie Kombinatorik, Graphenalgorithmen und Graphentheorie, Geometrie und anwendungs-orientierte Themen wie Numerik und Optimierung.

Projekt: Europäisches Graduiertenkolleg „Combinatorics, Geometry, and Computation“

Ansprechpartner: PROF. DR. HANS JÜRGEN PRÖMEL

Beteiligte Stipendiaten: DR. DERYK OSTHUS, SHI LINGSHENG

Forschungsförderung: Deutsche Forschungsgemeinschaft

Das neue Europäische Graduiertenkolleg wird gemeinsam mit Partnern aus dem Europäischen Ausland gestaltet. Es wird auf der Berliner Seite getragen von der Freien Universität Berlin, der Humboldt-Universität zu Berlin, der Technischen Universität Berlin und dem Konrad-Zuse-Zentrum Berlin. Hauptpartner ist die ETH Zürich, assoziierte Partner sind Arbeitsgruppen der Universitäten in Budapest, Eindhoven, Louvain-La-Neuve, Oxford, Prag und Poznan. Ähnlich wie beim Vorläuferkolleg „Algorithmische Diskrete Mathematik“ liegen die Forschungsschwerpunkte auf Kombinatorik, Geometrie, Optimierung und Algorithmen.

Veröffentlichungen

Publikationen

Y. KOHAYAKAWA, B. KREUTER UND D. OSTHUS: *The length of random subsets of Boolean lattices*. Random Structures and Algorithms, 16, 177-194 (2000).

T. NIERHOFF: *A tight bound on the irregularity strength of graphs*. SIAM Journal on Discrete Mathematics, 13, 313-323 (2000).

D. OSTHUS: *Maximum antichains in random subsets of a finite set*. Journal of Combinatorial Theory, Series (A), 90, 336-346 (2000).

H.J. PRÖMEL: *Walter Deuber 1942 – 1999*. European Journal on Combinatorics, 21, 697-699 (2000).

H.J. PRÖMEL UND A. STEGER: *A new approximation algorithm for the Steiner tree problem with performance ratio $5/3$* . Journal of Algorithms 36, 89-101 (2000).

SHI LINGSHENG UND ZHANG KEMIN: *On critical Ramsey decomposition*. Journal of Nanjing University, Mathematical Biquarterly, 17 (1), 64-67 (2000).

Preprints

G. BAUDIS, C. GRÖPL, S. HOUGARDY, T. NIERHOFF UND H.J. PRÖMEL: *Approximating minimum spanning sets in hypergraphs and polymatroids*. Humboldt-Universität zu Berlin, Juni 2000.

C.G. FERNANDES UND T. NIERHOFF: *The UPS problem*. August 2000. Erscheint in: STACS 2001

C. GRÖPL: *Approximation Algorithms, the Primal Dual Method, and Randomized Roundings*. Lecture text for Spring School on Combinatorics, KAM-DIMATIA Series 2000-474, Karls-Universität Prag, Mai 2000.

C. GRÖPL, S. HOUGARDY, T. NIERHOFF UND H.J. PRÖMEL: *Approximation algorithms for the Steiner tree problem in graphs*. Humboldt-Universität zu Berlin, Dezember 2000.

C. GRÖPL, S. HOUGARDY, T. NIERHOFF UND H.J. PRÖMEL: *Lower bounds for Steiner tree approximation algorithms*. Humboldt-Universität zu Berlin, Dezember 2000.

C. GRÖPL, S. HOUGARDY, T. NIERHOFF UND H.J. PRÖMEL: *Steiner trees in uniformly quasi-bipartite graphs*. Humboldt-Universität zu Berlin, Dezember 2000.

C. GRÖPL, H.J. PRÖMEL UND A. SRIVASTAV: *Size and structure of random ordered binary decision diagrams*. Humboldt-Universität zu Berlin, März 2000.

C. GRÖPL, H.J. PRÖMEL UND A. SRIVASTAV: *On the evolution of the worst-case OBDD size*, April 2000. Erscheint in: Information Processing Letters.

D.S. GUNDERSON, I. LEADER, H.J. PRÖMEL UND V. RÖDL: *Independent Deuber sets in graphs on the natural numbers*. Humboldt-Universität zu Berlin, August 2000.

C.T. HOÀNG, S. HOUGARDY, F. MAFFRAY, N.V.R. MAHADEV: *On simplicial and co-simplicial vertices in graphs*. Humboldt-Universität zu Berlin, Dezember 2000.

D. KÜHN UND D. OSTHUS: *Every graph of sufficiently large average degree contains a C_4 -free graph of large average degree*. Humboldt-Universität zu Berlin, Juni 2000.

D. KÜHN UND D. OSTHUS: *Induced subdivisions in $K_{s,s}$ -free graphs of large average degree*. Humboldt-Universität zu Berlin, November 2000.

D. OSTHUS, H.J. PRÖMEL UND A. TARAZ: *Almost all graphs with high girth and suitable density have high chromatic number*. Humboldt-Universität zu Berlin, Juni 2000.

H.J. PRÖMEL: *Graphentheorie*. April 2000. Erscheint in: Lexikon der Mathematik.

H.J. PRÖMEL, T. SCHICKINGER UND A. STEGER: *On the structure of clique-free graphs*. Humboldt-Universität zu Berlin, Februar 2000.

H.J. PRÖMEL, A. STEGER UND A. TARAZ: *Phase transitions in the evolution of partial orders*, Juni 2000. Erscheint in: *Journal of Combinatorial Theory (A)*.

H.J. PRÖMEL UND A. TARAZ: *Random graphs, random triangle-free graphs, and random partial orders*. Humboldt-Universität zu Berlin, November 2000.

SHI LINGSHENG UND ZHANG KEMIN: *A bound for multicolor Ramsey numbers*. *Discrete Mathematics*, to appear, 2000.

SHI LINGSHENG: *A sequence of formulas for Ramsey numbers*, submitted, 2000.

M. THIMM: *On the approximability of the Steiner tree problem*. Humboldt-Universität zu Berlin, August 2000.

Vorträge

STEFAN HOUGARDY: *Approximating minimum spanning sets in polymatroids*. Dagstuhl Seminar on Linear, Semidefinite Programming and Randomization Methods for Combinatorial Optimization Problems, Januar 2000.

STEFAN HOUGARDY: *Approximation algorithms for the Steiner tree problem*. Eingeladener Vortrag auf dem Symposium Diskrete Mathematik 2000, München, Oktober 2000.

STEFAN HOUGARDY: *Das Steinerbaumproblem in Graphen*. Gastvortrag an der Universität Hannover, Dezember 2000.

STEFAN HOUGARDY: *Approximation algorithms for the Steiner tree problem*. Vortrag im Graduiertenkolleg Combinatorics, Geometry, and Computation, Berlin, Dezember 2000.

TILL NIERHOFF: *The UPS problem*. Berlin-Poznan Seminar on Discrete Mathematics, Obrzycko, Polen, Oktober 2000.

TILL NIERHOFF: *Approximation algorithms for the Steiner tree problem in graphs*. Gastvortrag an der Universidade de São Paulo, November 2000.

DERYK OSTHUS: *On the evolution of triangle-free graphs*. Kolloquium des Graduiertenkollegs Algorithmische Diskrete Mathematik, Humboldt-Universität zu Berlin, Januar 2000.

DERYK OSTHUS: *Über Evolutionsprozesse zufälliger Graphen*. ADiMO workshop, TU München, März 2000.

DERYK OSTHUS: *On a conjecture of Thomassen*. Workshop on cycles, Vancouver, Kanada, Juli 2000.

DERYK OSTHUS: *A selection of random models for the web graph*. Adam Mickiewicz Universität Poznan, Polen, Oktober 2000.

DERYK OSTHUS: *Constrained evolution of random graphs*. Kolloquium über Kombinatorik, Braunschweig, November 2000.

DERYK OSTHUS: *Large subgraphs with high density and high girth*. Kolloquium des Graduiertenkollegs Combinatorics, Geometry and Computing, TU Berlin, Dezember 2000.

MARK PROKSCH: *PAGALOS-Lokale Suche in der Personaleinsatzplanung*. Konrad-Zuse-Zentrum für Informationstechnik Berlin, März 2000.

HANS JÜRGEN PRÖMEL: *Evolutionsprozesse und Phasenübergänge in diskreten Strukturen*. 8. Gemeinsames Kolloquium Biologie, Informatik und Mathematik, Berlin, Januar 2000.

HANS JÜRGEN PRÖMEL: *Asymptotisches Zählen, globale Strukturen und Evolutionsprozesse*. Kolloquium des Graduiertenkollegs Algorithmische Diskrete Mathematik, Humboldt-Universität zu Berlin, Januar 2000.

HANS JÜRGEN PRÖMEL: *On the structure of random clique-free graphs*. University College London, Februar 2000.

HANS JÜRGEN PRÖMEL: *On graphs with high girth and high chromatic number*. Conference on Graph Theory, Elgersburg, Mai 2000.

HANS JÜRGEN PRÖMEL: *Graphs on integers*. Tagung Relational structures and applications, at the occasion of the 80th birthday of Roland Fraïssé, Luminy, Frankreich, Mai 2000.

HANS JÜRGEN PRÖMEL: *Approximationsalgorithmen für das Steinerproblem in Graphen*. Universität Bonn, Forschungsinstitut für Diskrete Mathematik, Juni 2000.

HANS JÜRGEN PRÖMEL: *Complete disorder is impossible - The mathematical work of Walter Deuber*. Bielefeld, Juni 2000.

ANUSCH TARAZ: *On the evolution of triangle-free graphs*. Oberwolfach, Januar 2000.

ANUSCH TARAZ: *Randomisierte Algorithmen zur Erzeugung spezieller Graphenklassen*. TU München, Juni 2000.

ANUSCH TARAZ: *Are random triangle-free graphs always almost always bipartite?* Berlin-Poznan Seminar on Discrete Mathematics, Obrzycko, Polen, Oktober 2000.

Sonstige Aktivitäten

Stefan Hougardy

- Institutsratsmitglied
- Mitglied der Bibliothekskommission
- Mitglied im Prüfungsausschuss

Till Nierhoff

- Institutsratsmitglied

Ralf Oelschlägel

- Örtlicher Personalvertreter

Hans Jürgen Prömel

- Geschäftsführender Direktor des Instituts (bis August 2000)
- Mitglied der Haushaltskommission des Instituts (bis August 2000)
- Vizepräsident für Forschung der Humboldt-Universität zu Berlin (seit September 2000)
- Sprecher der Fachgruppe *Diskrete Mathematik* in der DMV
- Mitglied der Bundesjury beim Wettbewerb „Jugend forscht“
- Mitherausgeber der Zeitschriften *Random Structures and Algorithms*; *Integers: Electronic Journal of Combinatorial Number Theory*; *Combinatorics, Probability and Computing*; *SIAM Journal on Discrete Mathematics*

Anusch Taraz

- Mitglied der Kommission für Lehre und Studium

Tagungen / Workshops

Frühjahrsschule über Kombinatorik

Veranstalter: H.J. Prömel, J. Nešetřil (Karls-Universität Prag)

Gemeinsam mit der Arbeitsgruppe von Prof. Nešetřil von der Karls-Universität Prag organisierte der Lehrstuhl auch in diesem Jahr wieder eine Frühjahrsschule über Kombinatorik, welche vom 17. bis 27. Mai 2000 in Finsterau (Deutschland) und Borova Lada (Tschechische Republik) stattfand. Teilnehmer waren 48 Studenten und Dozenten aus 9 Universitäten und 6 Ländern, darunter 3 Teilnehmer von der Humboldt-Universität zu Berlin und 30 Teilnehmer von der Karls-Universität Prag.

Gäste am Lehrstuhl

PROF. DR. CRISTINA FERNANDES und JAIR DONADELLI, Universidade de São Paulo, Instituto de Matemática e Estatística, Brasilien, Dezember 1999 bis Februar 2000.

THOMAS SCHICKINGER, Technische Universität München, Fakultät für Informatik, Juli 2000.

PROF. DR. VOJTECH RÖDL, Emory University, Department of Mathematics and Computer Science, USA, August 2000.

DR. OLEG PIKHURKO, University of Cambridge, Großbritannien, Oktober bis Dezember 2000.

PROF. DR. JAROSLAV NEŠETRIL, Karls-Universität Prag, Institut für Angewandte Mathematik, Tschechische Republik, Oktober 2000.

HELENA NYKLOVA, Karls-Universität Prag, Institut für Angewandte Mathematik, Tschechische Republik, November 2000.

Diplomarbeiten

GREGOR BAUDIS: *Approximation minimal spannender Subgraphen in k -beschränkten Hypergraphen*. April 2000.

Dissertationen

DERYK OSTHUS: *On the Evolution of Random Discrete Structures*. April 2000.