

Komplexitätsanalyse von Wahlsystemen, exakten und kritischen Problemen und symmetrischer Alternation

Abschlussbericht für das DFG-Projekt **RO 1202/9-1** und **RO 1202/9-3**

Jörg-Matthias Rothe
Institut für Informatik
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
40225 Düsseldorf, Germany
<http://ccc.cs.uni-duesseldorf.de/~rothe>

9. Mai 2007

1 Allgemeine Angaben

- **Geschäftszeichen der DFG:** RO 1202/9-1 und RO 1202/9-3
- **Antragsteller:**
Jörg-Matthias Rothe
Universitätsprofessor für Informatik (C3)
Geburtsdatum: 1. November 1966
Nationalität: deutsch
Privatadresse: Offenbacher Weg 4, D-40225 Düsseldorf; Telefon: 0211 1601907
- **Institution und Institut (Dienstadresse):**
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Institut für Informatik
Universitätsstraße 1
D-40225 Düsseldorf
Telefon: 0211 81 12188
Telefax: 0211 81 11667
E-mail: rothe@cs.uni-duesseldorf.de
URL: ccc.cs.uni-duesseldorf.de/~rothe
- **Thema des Projekts:** Komplexitätsanalyse von Wahlsystemen, exakten und kritischen Problemen und symmetrischer Alternation
- **Fachgebiet und Arbeitsrichtung:** Theoretische Informatik, Komplexitätstheorie
- **Berichtszeitraum:** 01.09.2003 bis 30.04.2007
- **Förderungszeitraum insgesamt:** 01.09.2003 bis 30.04.2007
- **Förderungsumfang:** Zwei Stellen nach BAT IIa für Wissenschaftliche Mitarbeiter:
 - Dr. Tobias Riege (01.09.2003 bis 31.08.2006) und
 - Dr. Holger Spakowski (01.05.2004 bis 30.04.2007)

2 Zusammenfassung

Die Ziele und Resultate dieses Projekts betreffen die Themen: Komplexitätsanalyse von Wahlsystemen; Vollständigkeit exakter Probleme in der Booleschen Hierarchie; strukturelle Analyse von Komplexitätsklassen und -hierarchien; und komplexitätstheoretische Einwegfunktionen.

Die Komplexitätsanalyse von Wahlsystemen fällt in das interdisziplinäre Gebiet „*Computational Social Choice*“. Wahlsysteme sind Regeln, mit denen aus einer Gruppe von Kandidaten (oder Alternativen) die Sieger einer Abstimmung bestimmt werden können. Ursprünglich wurden sie in den Politik- und Wirtschaftswissenschaften (speziell in der Social-Choice-Theorie) untersucht. Motiviert durch Anwendungen der Theorie des Wählens und der Präferenzaggregation auf automatisierte Verfahren, wie sie beispielsweise bei elektronischen Wahlen, Multi-Agenten-Systemen, Page-Ranking-Algorithmen für Suchmaschinen im Internet, E-Kommerz und elektronischen Auktionen auftreten, spielen Wahlsysteme jedoch auch in der Informatik eine immer wichtigere Rolle. Wir zeigten, dass das Gewinnerproblem für das Kemeny-Wahlsystem (welches z.B. den Websuchalgorithmen von Dwork et al. zugrunde liegt) vollständig für die Klasse P_{\parallel}^{NP} ist. Andere Ergebnisse betreffen das Kontrollproblem: Wie schwer ist es, das Ergebnis einer Wahl durch eine zielgerichtete Änderung des Wahlablaufs (z.B. durch Hinzufügen oder Disqualifizieren oder – in mehrstufigen Wahlabläufen – Partitionieren von Wählern oder Kandidaten) zu manipulieren? Ein Wahlsystem ist resistent gegen eine solche Art der Manipulation, falls das entsprechende Kontrollproblem NP-hart ist. Wir klassifizierten das Kontrollproblem vollständig bzgl. der 20 Standardtypen von Wahlkontrolle für Plurality-, Condorcet- und Approval-Wahlen. Da keines dieser drei wichtigen Wahlsysteme eine universelle Resistenz gegen Wahlkontrolle aufweist, entwarfen wir eine für Wahlsysteme geeignete Hybridisierungsmethode und zeigten, wie sich bzgl. dieser Methode Eigenschaften wie Resistenz, Verletzbarkeit und Immunität gegen Wahlkontrolle vererben bzw. stark vererben. Außerdem konstruierten wir ein hybrides Wahlsystem, dessen Gewinner leicht bestimmbar sind und das gegen jeden der 20 Standardtypen von Wahlkontrolle resistent ist. Da dieses System jedoch relativ künstlich ist, suchten wir auch nach natürlichen Wahlsystemen mit möglichst breiter Kontrollresistenz. Wir bewiesen, dass sowohl das schon im 13. Jahrhundert entwickelte und im Jahr 2000 wiederentdeckte Llull-System als auch das wohlbekannte Copeland-System die umfassendste Resistenz gegen Kontrolle besitzen, die für ein natürliches Wahlsystem bisher gezeigt werden konnte.

Weiter untersuchten wir exakte Versionen von Optimierungsproblemen wie dem Domatic Number Problem, das u.a. für große Netzwerke interessant ist, und klassifizierten diese Probleme als vollständig für die Stufen der Booleschen Hierarchie über NP. Ähnliche Resultate konnten für eine Reihe von anderen Problemen erreicht werden, darunter Varianten des Conveyor Flow Shop Problems und des TantrixTM Rotation Puzzle Problems. Außerdem gelang eine deutliche Verbesserung der bisher bekannten exponentiellen Laufzeitschranke für das 3-Domatic Number Problem: Unter den Algorithmen mit polynomiellem Speicherplatzbedarf für dieses Problem liefert unser 2.695^n -Algorithmus die derzeit beste obere Schranke.

Für Komplexitätshierarchien wie AUPH, UPH und UPH , die Alternation mit Nichtmehrdeutigkeit kombinieren, zeigten wir u.a. relativierte Separationen zwischen den Stufen dieser Hierarchien sowie zwischen der Klasse UAP und der Polynomialzeit-Hierarchie. Auch wird ein Ergebnis von Hartmanis und Hemaspaandra hinsichtlich robuster k -stufiger „*unambiguous alternating machines*“ verallgemeinert. Ein Höhepunkt in diesem Projektteil ist unsere Lösung eines seit 1994 offenen Problems von Fenner, Fortnow und Kurtz: Die intensiv untersuchten Zählklassen LWPP und WPP sind nicht uniform gap-definierbar. Schließlich wurden eine Vielzahl von Orakelseparationen und -kollapsen hinsichtlich von Komplexitätsklassen erzielt, die im klassischen Turingmaschinenmodell bzw. mittels Quantencomputern definiert sind.

Im letzten Projektteil gelang eine vollständige Charakterisierung der Existenz von komplexitätstheoretischen Einwegfunktionen hinsichtlich vier wichtiger Eigenschaften: starke Nichtinvertierbarkeit, Totalität, Kommutativität und Assoziativität. Wir untersuchten $3^4 = 81$ Typen solcher Funktionen und zeigten für jeden Typ, dass er genau dann existiert, wenn $P \neq NP$ gilt. Weiterhin entstand in Kooperation mit der Physikerin Dagmar Bruß (Düsseldorf) und ihrer Gruppe ein Übersichtsartikel zur Quantenkryptographie, der in den *ACM Computing Surveys* erscheint.

Ergebnisse aus verschiedenen Teilen dieses Projekts sind in das Buch „*Complexity Theory and Cryptology. An Introduction to Cryptocomplexity*“ (Springer-Verlag, 2005) und drei Buchkapitel eingeflossen.

3 Liste der Publikationen in diesem Projekt

3.1 Übersicht

In diesem Abschnitt werden alle im Projektzeitraum entstandenen Publikationen aufgelistet. Tabelle 1 gibt eine Übersicht und ordnet die Veröffentlichungen jeder Publikationsart (referierter Zeitschriftenartikel usw.) dem entsprechenden Projektteil A bis E zu, gemäß der Gliederung im Antrag von DFG-RO 1202/9-1 bzw. DFG-RO 1202/9-3. Um Doppelnennungen zu vermeiden, werden Publikationen, die einen Bezug zu mehr als einem Projektteil haben, nur dem Projektteil mit dem deutlicheren Bezug zugeordnet. Die mit diesen Publikationen erreichten Ergebnisse des Projekts werden inhaltlich im Arbeits- und Ergebnisbericht (siehe Abschnitt 4) genauer beschrieben.

	Projektteile A und B	Projektteil C	Projektteil D	Projektteil E
Zeitschriften (referiert)	[3, 11]	[4, 6, 7, 8, 10]	[2, 9, 12]	[1, 5]
Konferenzen (referiert)	[14, 15, 16, 22]	[13, 18, 20, 24, 25]	[17, 21, 23, 26]	[19]
Workshops (referiert)	[27, 28]			
Konferenzen/Workshops (nicht referiert)	[31]	[29, 30]		
Forschungsberichte und Manuskripte	[33, 34, 36, 38, 41, 51]	[32, 39, 40, 42, 43, 44, 46, 50]	[35, 47, 48, 49]	[37, 45]
Buch	[52]			
Buchkapitel	[53]	[54]		[55]
Zeitschriften etc. (nicht referiert)		[58, 59]		

Tabelle 1: Übersicht der in diesem Projekt entstandenen Publikationen

Publikationen, die ebenfalls im Projektzeitraum entstanden sind, aber nicht unmittelbar den einzelnen Projektteilen zugeordnet werden können, werden in der Publikationsliste auch aufgeführt, aber nicht in Tabelle 1. Dazu gehören die Qualifikationsarbeiten [61, 63] (siehe auch [62]), das Vorwort einer gemeinsam mit Hiroki Arimura herausgegebenen Sonderausgabe des *Journal of Universal Computer Science* [57], Beiträge zu einer Festschrift [60] und eine Buchbesprechung [56].

3.2 Referierte Publikationen in Zeitschriften

1. **Quantum Cryptography: A Survey**, D. Bruß, G. Erdélyi, T. Meyer, T. Riege und J. Rothe. Erscheint in *ACM Computing Surveys*, 28 Seiten.
2. **On the Power of Unambiguity in Alternating Machines**, H. Spakowski und R. Tripathi. Erscheint in *Theory of Computing Systems*, 35 Seiten.
3. **Anyone But Him: The Complexity of Precluding an Alternative**, E. Hemaspaandra, L. Hemaspaandra und J. Rothe. *Artificial Intelligence*, vol. 171, no. 5–6, pp. 255–285, April 2007.
4. **An Improved Exact Algorithm for the Domatic Number Problem**, T. Riege, J. Rothe, H. Spakowski und M. Yamamoto. *Information Processing Letters*, vol. 101, no. 3, pp. 101–106, Februar 2007.

5. **If $P \neq NP$ then Some Strongly Noninvertible Functions are Invertible**, L. Hemaspaandra, K. Pasanen und J. Rothe. *Theoretical Computer Science*, vol. 362, no. 1–3, pp. 54–62, Oktober 2006.
6. **On Computing the Smallest Four-Coloring of Planar Graphs and Non-Self-Reducible Sets in P**, A. Große, J. Rothe und G. Wechsung. *Information Processing Letters*, vol. 99, no. 6, pp. 215–221, September 2006.
7. **Complexity of the Exact Domatic Number Problem and of the Exact Conveyor Flow Shop Problem**, T. Riege und J. Rothe. *Theory of Computing Systems*, vol. 39, no. 5, pp. 635–668, September 2006.
8. **Completeness in the Boolean Hierarchy: Exact-Four-Colorability, Minimal Graph Un-colorability, and Exact Domatic Number Problems – a Survey**, T. Riege und J. Rothe. *Journal of Universal Computer Science*, vol. 12, no. 5, pp. 551–578, Mai 2006.
9. **LWPP and WPP are not Uniformly Gap-Definable**, H. Spakowski und R. Tripathi. *Journal of Computer and System Sciences*, vol. 72, no. 4, pp. 660–689, Juni 2006.
10. **Recognizing When Heuristics Can Approximate Minimum Vertex Covers Is Complete for Parallel Access to NP**, E. Hemaspaandra, J. Rothe und H. Spakowski. *R.A.I.R.O. Theoretical Informatics and Applications*, vol. 40, no. 1, pp. 75–91, Januar 2006.
11. **The Complexity of Kemeny Elections**, E. Hemaspaandra, H. Spakowski und J. Vogel. *Theoretical Computer Science*, vol. 349, no. 3, pp. 382–391, Dezember 2005.
12. **Quantum and Classical Complexity Classes: Separations, Collapses, and Closure Properties**, H. Spakowski, M. Thakur und R. Tripathi. *Information and Computation*, vol. 200, no. 1, pp. 1–34, July 2005.

3.3 Referierte Beiträge in Tagungsbänden

13. **Satisfiability Parsimoniously Reduces to the TantrixTM Rotation Puzzle Problem**, D. Baumeister und J. Rothe. Erscheint im Tagungsband *Fifth Conference on Machines, Computations and Universality (MCU'07)*, Springer-Verlag *Lecture Notes in Computer Science*. Orléans, France, September 2007.
14. **On Approximating Optimal Weighted Lobbying, and Frequency of Correctness versus Average-Case Polynomial Time**, G. Erdélyi, L. Hemaspaandra, J. Rothe und Holger Spakowski. Erscheint im Tagungsband *16th International Symposium on Fundamentals of Computation Theory (FCT'07)*, Springer-Verlag *Lecture Notes in Computer Science*. Budapest, Hungary, August 2007.
15. **Llull and Copeland Voting Broadly Resist Bribery and Control**, P. Faliszewski, E. Hemaspaandra, L. Hemaspaandra und J. Rothe. Erscheint im Tagungsband *22nd National Conference on Artificial Intelligence (AAAI'07)*, AAAI Press. Vancouver, Canada, Juli 2007.
16. **Hybrid Elections Broaden Complexity-Theoretic Resistance to Control**, E. Hemaspaandra, L. Hemaspaandra und J. Rothe. Tagungsband *20th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI'07)*, AAAI Press, pp. 1308–1314. Hyderabad, India, Januar 2007.

17. **Hierarchical Unambiguity**, H. Spakowski und R. Tripathi. Tagungsband *31st International Symposium on Mathematical Foundations of Computer Science (MFCS'06)*, Springer-Verlag *Lecture Notes in Computer Science #4162*, pp. 777–788. Stara Lesna, Slovakia, August/September 2006.
18. **An Improved Exact Algorithm for the Domatic Number Problem**, T. Riege, J. Rothe, H. Spakowski und M. Yamamoto. Tagungsband *Second IEEE International Conference on Information & Communication Technologies: From Theory to Applications (ICTTA'06)*, IEEE Computer Society Press, pp. 1021–1022. Damascus, Syria, April 2006. Journalversion: [4].
19. **Enforcing and Defying Associativity, Commutativity, Totality, and Strong Noninvertibility for One-Way Functions in Complexity Theory**, L. Hemaspaandra, J. Rothe und A. Saxena. Tagungsband *Ninth Italian Conference on Theoretical Computer Science (ICTCS'05)*, Springer-Verlag *Lecture Notes in Computer Science #3701*, pp. 265–279. Siena, Italy, Oktober 2005.
20. **An Exact 2.9416^n Algorithm for the Three Domatic Number Problem**, T. Riege und J. Rothe. Tagungsband *30th International Symposium on Mathematical Foundations of Computer Science (MFCS'05)*, Springer-Verlag *Lecture Notes in Computer Science #3618*, pp. 733–744. Gdansk, Poland, August 2005.
21. **On the Power of Unambiguity in Alternating Machines**, H. Spakowski und R. Tripathi. Tagungsband *15th International Symposium on Fundamentals of Computation Theory (FCT'05)*, Springer-Verlag *Lecture Notes in Computer Science #3623*, pp. 125–136. Lübeck, Germany, August 2005. Journalversion: [2].
22. **Anyone But Him: The Complexity of Precluding an Alternative**, E. Hemaspaandra, L. Hemaspaandra und J. Rothe. Tagungsband *20th National Conference on Artificial Intelligence (AAAI'05)*, AAAI Press, pp. 95–101. Pittsburgh, USA, Juli 2005. Journalversion: [3].
23. **Degree Bounds on Polynomials and Relativization Theory**, H. Spakowski und R. Tripathi. Tagungsband *Third IFIP International Conference on Theoretical Computer Science (TCS'04)*, Kluwer Academic Publishers, pp. 105–118. Toulouse, France, August 2004. Journalversion: [9].
24. **Complexity of Cycle Length Modularity Problems in Graphs**, E. Hemaspaandra, H. Spakowski und M. Thakur. Tagungsband *Sixth Latin American Symposium on Theoretical Informatics (LATIN'04)*, Springer-Verlag *Lecture Notes in Computer Science #2976*, pp. 509–518. Buenos Aires, Argentina, April 2004.
25. **Complexity of the Exact Domatic Number Problem and of the Exact Conveyor Flow Shop Problem**, T. Riege und J. Rothe. Tagungsband *First IEEE International Conference on Information & Communication Technologies: From Theory to Applications (ICTTA'04)*, IEEE Computer Society Press, pp. 653–654. Damascus, Syria, April 2004. Journalversion: [7].

26. **Quantum and Classical Complexity Classes: Separations, Collapses, and Closure Properties**, H. Spakowski, M. Thakur und R. Tripathi. Tagungsband *23rd Conference on Foundations of Software Technology and Theoretical Computer Science (FSTTCS'03)*, Springer-Verlag *Lecture Notes in Computer Science #2914*, pp. 375–386. Mumbai, India, Dezember 2003. Journalversion: [12].

3.4 Referierte Beiträge zu Workshops

27. **On Determining Dodgson Winners by Frequently Self-Knowingly Correct Algorithms and in Average-Case Polynomial Time**, J. Rothe und H. Spakowski. *First International Workshop on Computational Social Choice (COMSOC'06)*, U. Endriss und J. Lang, Herausgeber, Workshop Notes, pp. 464–476. Amsterdam, The Netherlands, Dezember 2006. Eine frühere Version wurde präsentiert auf dem *Second International Workshop on New Trends in Information Technology (NTIT'06)*, Workshop Notes. Homs, Syria, April 2006. Teil der Konferenzversion: [14].
28. **Hybrid Elections Broaden Complexity-Theoretic Resistance to Control**, E. Hemaspaandra, L. Hemaspaandra und J. Rothe. *First International Workshop on Computational Social Choice (COMSOC'06)*, U. Endriss und J. Lang, Herausgeber, Workshop Notes, pp. 234–247. Amsterdam, The Netherlands, Dezember 2006. Konferenzversion: [16].

3.5 Eingeladene oder nicht referierte Beiträge zu Tagungen und Workshops

29. **An Improved Exact Algorithm for the Domatic Number Problem**, T. Riege, J. Rothe, H. Spakowski und M. Yamamoto. *ICALP Affiliated Workshop for Improving Exponential-Time Algorithms (iETA'06)*, R. Niedermeier und O. Watanabe, Herausgeber, Workshop Notes, pp. 53–58. Venice, Italy, Juli 2006. Konferenzversion: [18]. Journalversion: [4].
30. **Improving Exponential-Time Algorithms for NP-Complete Problems**, T. Riege und J. Rothe. Eingeladener Vortrag, *ICALP Affiliated Workshop for Improving Exponential-Time Algorithms (iETA'06)*, R. Niedermeier und O. Watanabe, Herausgeber, Workshop Notes, pp. 65–76. Venice, Italy, Juli 2006. Journalversion (nicht referiert): [58].
31. **The Complexity of Voting**, J. Rothe. Eingeladener Vortrag, Tagungsband *Second International Conference of Applied Mathematics*, D. Bainov und S. Nenov, Herausgeber, Abstract, pp. 220–221. Plovdiv, Bulgaria, August 2005.

3.6 Forschungsberichte und Manuskripte

32. **Satisfiability Parsimoniously Reduces to the TantrixTM Rotation Puzzle Problem**, D. Baumeister und J. Rothe. Technical Report cs.CC/0705.0915, ACM Computing Research Repository (CoRR), 13 Seiten, Mai 2007. Konferenzversion: [13].
33. **On Approximating Optimal Weighted Lobbying, and Frequency of Correctness versus Average-Case Polynomial Time**, G. Erdélyi, L. Hemaspaandra, J. Rothe und Holger Spakowski. Technical Report cs.GT/0703097, ACM Computing Research Repository (CoRR), 21 Seiten, März 2007. Auch erschienen als Technical Report TR 914, University of Rochester, Department of Computer Science, März 2007. Konferenzversion: [14].

34. **Llull and Copeland Voting Broadly Resist Bribery and Control**, P. Faliszewski, E. Hemaspaandra, L. Hemaspaandra und J. Rothe. Technical Report TR 913, University of Rochester, Department of Computer Science, 13 Seiten, Februar 2007. Konferenzversion: [15].
35. **Hierarchical Unambiguity**, H. Spakowski und R. Tripathi. Technical Report cs.CC/0702047, ACM Computing Research Repository (CoRR), 40 Seiten, Februar 2007. Konferenzversion: [17].
36. **A Richer Understanding of the Complexity of Election Systems**, P. Faliszewski, E. Hemaspaandra, L. Hemaspaandra und J. Rothe. Technical Report TR 903, University of Rochester, Department of Computer Science, 33 Seiten, September 2006. Auch erschienen als Technical Report cs.GT/0609112, ACM Computing Research Repository (CoRR), September 2006. Erscheint als Buchkapitel: [53].
37. **Quantum Cryptography: A Survey**, D. Bruß, G. Erdélyi, T. Meyer, T. Riege und J. Rothe. Technical Report TR05-146 (Revision 2), Electronic Colloquium on Computational Complexity (ECCC), 31 Seiten, September 2006. Erweitert die Versionen des TR05-146 vom Dezember 2005 und März 2006. Journalversion: [1].
38. **Hybrid Elections Broaden Complexity-Theoretic Resistance to Control**, E. Hemaspaandra, L. Hemaspaandra und J. Rothe. Technical Report TR 900, University of Rochester, Department of Computer Science, 45 Seiten, August 2006. Revision der Version vom Juni 2006. Auch erschienen als Technical Report cs.GT/0608057, ACM Computing Research Repository (CoRR), August 2006. Konferenzversion: [16]. Journalversion eingereicht.
39. **Improving Deterministic and Randomized Exponential-Time Algorithms for the Satisfiability, the Colorability, and the Domatic Number Problem**, T. Riege und J. Rothe. Technical Report TR06-078, Electronic Colloquium on Computational Complexity (ECCC), 16 Seiten, Juni 2006. Journalversion (nicht referiert): [58].
40. **An Improved Exact Algorithm for the Domatic Number Problem**, T. Riege, J. Rothe, H. Spakowski und M. Yamamoto. Technical Report cs.CC/0603060, ACM Computing Research Repository (CoRR), 9 Seiten, März 2006. Konferenzversion: [18]. Journalversion: [4].
41. **Anyone But Him: The Complexity of Precluding an Alternative**, E. Hemaspaandra, L. Hemaspaandra und J. Rothe. Technical Report cs.GT/0507027, ACM Computing Research Repository (CoRR), 33 Seiten, März 2006. Revision der Version vom Juli 2005. Auch erschienen als Technical Report TR 873, University of Rochester, Department of Computer Science, Oktober 2005, Revision März 2006. Konferenzversion: [22]. Journalversion: [3].
42. **Completeness in the Boolean Hierarchy: Exact-Four-Colorability, Minimal Graph Uncolorability, and Exact Domatic Number Problems**, T. Riege und J. Rothe. Technical Report TR06-036, Electronic Colloquium on Computational Complexity (ECCC), 24 Seiten, März 2006. Erweitert den Dagstuhl-Bericht [59]. Journalversion: [8].
43. **A Note on the Complexity of Computing the Smallest Four-Coloring of Planar Graphs**, A. Große, J. Rothe und G. Wechsung. Technical Report cs.CC/0106045, ACM Computing Research Repository (CoRR), 9 Seiten, Februar 2006. Revision der Version vom Juni 2001, die erschienen ist als Teil des Konferenzbeitrags [GRW01]. Journalversion: [6].

44. **An Exact 2.9416^n Algorithm for the Three Domatic Number Problem**, T. Riege und J. Rothe. Technical Report cs.CC/0506090, ACM Computing Research Repository (CoRR), 20 Seiten, Juni 2005. Konferenzversion: [20].
45. **Enforcing and Defying Associativity, Commutativity, Totality, and Strong Noninvertibility for One-Way Functions in Complexity Theory**, L. Hemaspaandra, J. Rothe und A. Saxena. Technical Report cs.CC/0503049, ACM Computing Research Repository (CoRR), 17 Seiten, April 2005. Erscheint auch als Technical Report TR 854, University of Rochester, Department of Computer Science, Dezember 2004, Revision April 2005. Konferenzversion: [19].
46. **Recognizing When Heuristics Can Approximate Minimum Vertex Covers Is Complete for Parallel Access to NP**, E. Hemaspaandra, J. Rothe und H. Spakowski. Technical Report cs.CC/0110025, ACM Computing Research Repository (CoRR), Revision, 16 Seiten, Januar 2005. Konferenzversion: [HRS02]. Journalversion: [10].
47. **LWPP and WPP are not uniformly gap-definable**, H. Spakowski und R. Tripathi. Technical Report TR 820, University of Rochester, Rochester, NY, 38 Seiten, Oktober 2004. Revision von **Degree Bounds on Polynomials and Relativization Theory**, Dezember 2003. Konferenzversion: [23]. Journalversion: [9].
48. **On the Power of Unambiguity in Alternating Machines**, H. Spakowski und R. Tripathi. Technical Report TR 851, University of Rochester, Rochester, NY, 22 Seiten, Oktober 2004. Konferenzversion: [21]. Journalversion: [2].
49. **Quantum and Classical Complexity Classes: Separations, Collapses, and Closure Properties**, H. Spakowski, M. Thakur und R. Tripathi. Technical Report TR 801, University of Rochester, Rochester, NY, 33 Seiten, Oktober 2003. Revision Oktober 2004. Konferenzversion: [26]. Journalversion: [12].
50. **Complexity of the Exact Domatic Number Problem and of the Exact Conveyor Flow Shop Problem**, T. Riege und J. Rothe. Technical Report cs.CC/0212016v3, ACM Computing Research Repository (CoRR), revidierte und erweiterte Version, 37 Seiten, März 2004. Konferenzversion: [25]. Journalversion: [7].
51. **The Complexity of Kemeny Elections**, E. Hemaspaandra, H. Spakowski und J. Vogel. Technical Report Math/Inf/14/03, Friedrich-Schiller-Universität Jena, Germany, 14 Seiten, Oktober 2003. Konferenzversionen: [HH00, SV01]. Journalversion: [11].

3.7 Buch

52. **Complexity Theory and Cryptology. An Introduction to Cryptocomplexity**, J. Rothe. *EATCS Texts in Theoretical Computer Science*, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, xii+478 Seiten, 2005.

3.8 Buchkapitel

53. **A Richer Understanding of the Complexity of Election Systems**, P. Faliszewski, E. Hemaspaandra, L. Hemaspaandra und J. Rothe. Erscheint in: *Fundamental Problems in Computing*:

Essays in Honor of Professor Daniel J. Rosenkrantz, S. Ravi und S. Shukla, Herausgeber. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 2007.

54. **Algorithmen in der Komplexitätstheorie**, J. Rothe. Ungarische Übersetzung ist erschienen als *Bonyolultságelmélet*, Kapitel 4 in *Informatikai Algoritmusk I*, pp. 125–160, A. Iványi, Herausgeber, ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, Oktober 2004.
55. **Algorithmen in der Kryptologie**, J. Rothe. Ungarische Übersetzung ist erschienen als *Kriptográfia*, Kapitel 3 in *Informatikai Algoritmusk I*, pp. 94–124, A. Iványi, Herausgeber, ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, Oktober 2004.

3.9 Nicht referierte Publikationen in Fachzeitschriften, Sammelbänden etc.

56. **Review of „Complexity and Cryptography. An Introduction“ by John Talbot and Dominic Welsh**, J. Rothe. Erscheint in *SIGACT News*, vol. 38, no. 2, 2007.
57. **Computational Challenges of Massive Data Sets and Randomness in Computation – Preface of the Editors**, J. Rothe und H. Arimura. J.UCS special issue on the First and Second Japanese-German Frontiers of Science Symposia (JaGFoS). *Journal of Universal Computer Science*, vol. 12, no. 6, pp. 579–580, Juni 2006.
58. **Improving Deterministic and Randomized Exponential-Time Algorithms for the Satisfiability, the Colorability, and the Domatic Number Problem**, T. Riege und J. Rothe. In: *Computational Challenges of Massive Data Sets and Randomness in Computation*, J. Rothe und H. Arimura, Herausgeber. J.UCS special issue on the First and Second Japanese-German Frontiers of Science Symposia (JaGFoS). *Journal of Universal Computer Science*, vol. 12, no. 6, pp. 725–744, Juni 2006.
59. **Exact-Four-Colorability, Exact Domatic Number Problems, and the Boolean Hierarchy**, J. Rothe. Tagungsband *Dagstuhl Seminar 04421 „Algebraic Methods in Computational Complexity“*, 18 Seiten, Oktober 2004. Journalversion: [8].
60. Beiträge zur Festschrift **Wechsung in Jena**, H. Hempel, Herausgeber, Jena. Einige Beiträge sind erschienen im *Informatik Spektrum*, vol. 27, no. 1, pp. 78–81, Februar 2004.

3.10 Qualifikationsarbeiten

61. **The Domatic Number Problem: Boolean Hierarchy Completeness and Exact Exponential-Time Algorithms**, T. Riege, Dissertation, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Dezember 2006.
62. **Completeness for Parallel Access to NP and Counting Class Separations (Extended Abstract in German)**, H. Spakowski. In *Ausgezeichnete Informatikdissertationen 2005*, D. Wagner, Herausgeberin. *Lecture Notes in Informatics*, vol. D-6, pp. 181–190, 2006.
63. **Completeness for Parallel Access to NP and Counting Class Separations**, H. Spakowski, Dissertation, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Juli 2005.