

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1 Was ist Komplexitätstheorie?	1
1.2 Zum didaktischen Hintergrund	6
1.3 Überblick	7
1.4 Weiterführende Literatur	10
2. Algorithmische Probleme und ihre Komplexität	13
2.1 Was sind algorithmische Probleme?	13
2.2 Einige wichtige algorithmische Probleme	15
2.3 Wie wird die Rechenzeit eines Algorithmus gemessen?	20
2.4 Die Komplexität algorithmischer Probleme	25
3. Die grundlegenden Komplexitätsklassen	29
3.1 Die Sonderrolle polynomieller Rechenzeiten	29
3.2 Randomisierte Algorithmen	31
3.3 Die grundlegenden Komplexitätsklassen für algorithmische Probleme	35
3.4 Die grundlegenden Komplexitätsklassen für Entscheidungsprobleme	40
3.5 Nichtdeterminismus als Spezialfall von Randomisierung	44
4. Reduktionen – algorithmische Beziehungen zwischen Problemen	47
4.1 Wann sind sich Probleme algorithmisch ähnlich?	47
4.2 Reduktionen zwischen den verschiedenen Varianten eines Problems	50
4.3 Reduktionen zwischen verwandten Problemen	53
4.4 Reduktionen zwischen nicht verwandten Problemen	58
4.5 Die Sonderrolle polynomieller Reduktionen	65
5. Die NP-Vollständigkeitstheorie	69
5.1 Grundlegende Überlegungen	69
5.2 Probleme in NP	73
5.3 Alternative Charakterisierungen von NP	75

5.4	Das Theorem von Cook	77
6.	NP-vollständige und NP-äquivalente Probleme	83
6.1	Grundlegende Überlegungen	83
6.2	Rundreiseprobleme	83
6.3	Rucksackprobleme	84
6.4	Aufteilungsprobleme und Lastverteilungsprobleme	87
6.5	Cliquenprobleme	87
6.6	Teambildungsprobleme	89
6.7	Meisterschaftsprobleme	91
7.	Die Komplexitätsanalyse von Problemen	95
7.1	Die Trennlinie zwischen einfachen und schwierigen Varianten eines Problems	95
7.2	Pseudopolynomielle Algorithmen und starke NP-Vollständig- keit	99
7.3	Ein Überblick über die betrachteten NP-Vollständigkeits- beweise	102
8.	Die Komplexität von Approximationsproblemen – klassi- sche Resultate	105
8.1	Komplexitätsklassen	105
8.2	Approximationsalgorithmen	109
8.3	Die Lückentechnik	113
8.4	Approximationserhaltende Reduktionen	116
8.5	Vollständige Approximationsprobleme	119
9.	Die Komplexität von Black-Box-Problemen	123
9.1	Black-Box-Optimierung	123
9.2	Das Minimax-Prinzip von Yao	126
9.3	Untere Schranken für die Black-Box-Komplexität	129
10.	Weitere Komplexitätsklassen und Beziehungen zwischen den Komplexitätsklassen	135
10.1	Grundlegende Überlegungen	135
10.2	Die Komplexitätsklassen innerhalb von NP und co-NP	136
10.3	Orakelklassen	138
10.4	Die polynomielle Hierarchie	140
10.5	BPP, NP und die polynomielle Hierarchie	147
11.	Interaktive Beweise	153
11.1	Grundlegende Überlegungen	153
11.2	Interaktive Beweissysteme	154
11.3	Zur Komplexität des Graphenisomorphieproblems	156
11.4	Beweissysteme, die kein Wissen preisgeben	163

12. Das PCP-Theorem und die Komplexität von Approximationsproblemen	169
12.1 Randomisierte Verifikation von Beweisen	169
12.2 Das PCP-Theorem	172
12.3 Das PCP-Theorem und Nichtapproximierbarkeitsresultate ...	182
12.4 Das PCP-Theorem und APX-Vollständigkeit	186
13. Weitere klassische Themen der Komplexitätstheorie	195
13.1 Überblick	195
13.2 Speicherplatzbasierte Komplexitätsklassen	196
13.3 PSPACE-vollständige Probleme	199
13.4 Nichtdeterminismus und Determinismus bei Platzschranken ..	202
13.5 Nichtdeterminismus und Komplementbildung bei präzisen Platzschranken	203
13.6 Komplexitätsklassen innerhalb von P	206
13.7 Die Komplexität von Anzahlproblemen	209
14. Die Komplexität von nichtuniformen Problemen	213
14.1 Grundlegende Überlegungen	213
14.2 Simulationen von Turingmaschinen durch Schaltkreise	216
14.3 Simulationen von Schaltkreisen durch nichtuniforme Turing- maschinen	218
14.4 Branchingprogramme und Platzbedarf	222
14.5 Polynomielle Schaltkreise für Probleme in BPP	224
14.6 Komplexitätsklassen für Berechnungen mit Hilfsinformationen	226
14.7 Gibt es polynomielle Schaltkreise für alle Probleme in NP? ..	227
15. Kommunikationskomplexität	231
15.1 Das Kommunikationsspiel	231
15.2 Untere Schranken für die Kommunikationskomplexität	236
15.3 Nichtdeterministische Kommunikationsprotokolle	245
15.4 Randomisierte Kommunikationsprotokolle	251
15.5 Kommunikationskomplexität und VLSI-Schaltkreise	260
15.6 Kommunikationskomplexität und die Rechenzeit von Turing- maschinen	261
16. Die Komplexität boolescher Funktionen	265
16.1 Grundlegende Überlegungen	265
16.2 Die Größe von Schaltkreisen	266
16.3 Die Tiefe von Schaltkreisen	269
16.4 Die Größe von tiefenbeschränkten Schaltkreisen	274
16.5 Die Größe von tiefenbeschränkten Thresholdschaltkreisen ...	279
16.6 Die Größe von Branchingprogrammen	282
16.7 Reduktionskonzepte	286

Schlussbemerkungen	293
A. Anhang	295
A.1 Größenordnungen und die O -Notation	295
A.2 Ergebnisse aus der Wahrscheinlichkeitstheorie	299
Literaturverzeichnis	311
Sachverzeichnis	315