

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung	1
1.1 Enumeration	2
1.2 Die Laufzeit von Algorithmen	6
1.3 Lineare Optimierungsprobleme	9
1.4 Sortieren	10
Aufgaben	12
Literatur	13
2. Graphen	15
2.1 Grundlegende Definitionen	15
2.2 Bäume, Kreise und Schnitte	19
2.3 Zusammenhang	28
2.4 Eulersche und bipartite Graphen	35
2.5 Planarität	38
2.6 Planare Dualität	47
Aufgaben	50
Literatur	54
3. Lineare Optimierung	57
3.1 Polyeder	59
3.2 Der Simplexalgorithmus	63
3.3 Implementierung des Simplexalgorithmus	67
3.4 Dualität	70
3.5 Konvexe Hüllen und Polytope	74
Aufgaben	76
Literatur	79
4. Algorithmen für lineare Optimierung	81
4.1 Die Größe von Ecken und Seitenflächen	82
4.2 Kettenbrüche	84
4.3 Gauß-Elimination	87

4.4	Die Ellipsoidmethode	91
4.5	Der Satz von Khachiyan	97
4.6	Separation und Optimierung	99
	Aufgaben	106
	Literatur	108
5	Ganzzahlige Optimierung	111
5.1	Die ganzzahlige Hülle eines Polyeders	113
5.2	Unimodulare Transformationen	118
5.3	Vollständige duale Ganzzahligkeit (TDI)	119
5.4	Vollständig-unimodulare Matrizen	123
5.5	Schnittebenen	129
5.6	Lagrange-Relaxierung	133
	Aufgaben	135
	Literatur	139
6	Aufspannende Bäume und Arboreszenzen	143
6.1	Aufspannende Bäume mit minimalem Gewicht	144
6.2	Arboreszenzen mit minimalem Gewicht	151
6.3	Polyedrische Darstellungen	155
6.4	Das Packen von aufspannenden Bäumen und Arboreszenzen	158
	Aufgaben	162
	Literatur	167
7	Kürzeste Wege	171
7.1	Kürzeste Wege von einer Quelle aus	172
7.2	Kürzeste Wege zwischen allen Knotenpaaren	177
7.3	Kreise mit minimalem durchschnittlichen Kantengewicht	180
	Aufgaben	182
	Literatur	185
8	Netzwerkflüsse	187
8.1	Das Max-Flow-Min-Cut-Theorem	188
8.2	Der Satz von Menger	192
8.3	Der Edmonds-Karp-Algorithmus	195
8.4	Dinic', Karzanovs, und Fujishiges Algorithmus	197
8.5	Der Goldberg-Tarjan-Algorithmus	201
8.6	Gomory-Hu-Bäume	206
8.7	Die minimale Kapazität eines Schnittes in einem ungerichteten Graphen	213
	Aufgaben	215
	Literatur	223

9	Flüsse mit minimalen Kosten	227
9.1	Formulierung des Problems	227
9.2	Ein Optimalitätskriterium	230
9.3	Der Minimum-Mean-Cycle-Cancelling-Algorithmus	232
9.4	Der Sukzessive-Kürzeste-Wege-Algorithmus	236
9.5	Orlins Algorithmus	240
9.6	Der Netzwerk-Simplexalgorithmus	245
9.7	Zeitabhängige Flüsse	249
	Aufgaben	251
	Literatur	255
10	Kardinalitätsmaximale Matchings	257
10.1	Bipartite Matchings	258
10.2	Die Tutte-Matrix	260
10.3	Der Satz von Tutte	262
10.4	Ohrenzerlegungen faktorkritischer Graphen	265
10.5	Edmonds' Matching-Algorithmus	272
	Aufgaben	282
	Literatur	287
11	Gewichtete Matchings	291
11.1	Das Zuordnungsproblem	292
11.2	Abriss des gewichteten Matching-Algorithmus	294
11.3	Implementierung des gewichteten Matching-Algorithmus	297
11.4	Postoptimierung	311
11.5	Das Matching-Polytop	312
	Aufgaben	316
	Literatur	318
12	b-Matchings und T-Joins	321
12.1	b -Matchings	321
12.2	T -Joins mit minimalem Gewicht	325
12.3	T -Joins und T -Schnitte	330
12.4	Der Satz von Padberg und Rao	334
	Aufgaben	337
	Literatur	341
13	Matroide	343
13.1	Unabhängigkeitssysteme und Matroide	343
13.2	Andere Matroidaxiome	348
13.3	Dualität	352
13.4	Der Greedy-Algorithmus	356
13.5	Der Schnitt von Matroiden	362
13.6	Matroid-Partitionierung	366
13.7	Gewichteter Schnitt von Matroiden	368
	Aufgaben	373
	Literatur	376

14	Verallgemeinerungen von Matroiden	379
14.1	Greedoide	379
14.2	Polymatroiden	383
14.3	Die Minimierung submodularer Funktionen	388
14.4	Schrijvers Algorithmus	390
14.5	Symmetrische submodulare Funktionen	394
	Aufgaben	396
	Literatur	399
15	NP-Vollständigkeit	403
15.1	Turingmaschinen	404
15.2	Die Church'sche These	406
15.3	P und NP	412
15.4	Der Satz von Cook	416
15.5	Einige grundlegende NP -vollständige Probleme	420
15.6	Die Klasse $coNP$	427
15.7	NP -schwere Probleme	430
	Aufgaben	434
	Literatur	439
16	Approximationsalgorithmen	441
16.1	Das Set-Covering-Problem	442
16.2	Das Max-Cut-Problem	447
16.3	Färbung	454
16.4	Approximationsschemata	462
16.5	Maximum-Satisfiability	465
16.6	Der PCP-Satz	470
16.7	L-Reduktionen	475
	Aufgaben	481
	Literatur	485
17	Das Knapsack-Problem	489
17.1	Das gebrochene Knapsack-Problem und das gewichtete Median-Problem	489
17.2	Ein pseudopolynomieller Algorithmus	492
17.3	Ein voll-polynomielles Approximationsschema	494
17.4	Das multidimensionale Knapsack-Problem	497
	Aufgaben	499
	Literatur	500
18	Bin-Packing	503
18.1	Greedy-Heuristiken	504
18.2	Ein asymptotisches Approximationsschema	509
18.3	Der Karmarkar-Karp-Algorithmus	513
	Aufgaben	517
	Literatur	519

19 Mehrgüterflüsse und kantendisjunkte Wege	521
19.1 Mehrgüterflüsse	522
19.2 Algorithmen für Mehrgüterflüsse	527
19.3 Das Sparsest-Cut-Problem und der Max-Flow-Min-Cut-Quotient ..	531
19.4 Der Satz von Leighton und Rao	533
19.5 Das gerichtete Kantendisjunkte-Wege-Problem	536
19.6 Das ungerichtete Kantendisjunkte-Wege-Problem	540
Aufgaben	547
Literatur	552
20 Netzwerk-Design-Probleme	555
20.1 Steinerbäume	556
20.2 Der Robins-Zelikovsky-Algorithmus	561
20.3 Survivable-Network-Design	568
20.4 Ein primal-dualer Approximationsalgorithmus	571
20.5 Jains Algorithmus	580
Aufgaben	586
Literatur	589
21 Das Traveling-Salesman-Problem	593
21.1 Approximationsalgorithmen für das TSP	593
21.2 Das euklidische TSP	598
21.3 Lokale Suche	606
21.4 Das Traveling-Salesman-Polytop	613
21.5 Untere Schranken	619
21.6 Branch-and-Bound	622
Aufgaben	625
Literatur	628
22 Standortprobleme	633
22.1 Das unbeschränkte Standortproblem	633
22.2 Rundung von LP-Lösungen	636
22.3 Primal-duale Algorithmen	637
22.4 Skalierung und Greedy-Augmentierung	643
22.5 Beschränkung der Standortanzahl	646
22.6 Lokale Suche	650
22.7 Beschränkte Standortprobleme	656
22.8 Das universelle Standortproblem	659
Aufgaben	667
Literatur	669
Symbolverzeichnis	673
Personenverzeichnis	677
Sachverzeichnis	687