

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	XI
Tabellenverzeichnis	XIII
Einleitung	XV
1 Das TM-Modell	1
1.0 Vorbemerkungen	1
1.0.1 Mengen	1
1.0.2 Graphen	2
1.0.3 Strings, Sprachen	4
1.1 Turing-Maschinen	4
1.1.1 Das allgemeine Modell	5
1.1.2 Verschiedene Speichertypen	9
1.1.3 Beispiele für die Arbeitsweise von TM	11
1.1.4 Berechenbarkeit	15
1.1.5 Nichtdeterministische Berechnungen	18
1.2 Das Rechnen mit TM	21
1.2.1 Elementare Techniken	21
1.2.2 Simulation, Band- und Kopf-Reduktion	26
1.2.3 Universelle Maschinen	28
1.3 Mathematische Grundlagen	30
1.3.1 Notation	30
1.3.2 Asymptotisches Wachstum	33
1.3.3 Wachstumsordnungen	37
1.3.4 Rekursionsgleichungen	40
1.4 Die Komplexität von TM	45
1.4.1 Schranken, Maße und Konstruierbarkeit	45
1.4.2 Komplexitätsklassen	49
1.4.3 Diagonalisierung	51
1.4.4 Bandkompression	53
1.4.5 Lineare Beschleunigung	55
1.5 Übungsaufgaben	60

1.6	Bemerkungen und Literaturhinweise	66
2	Weitere Maschinenmodelle	69
2.1	Registermaschinen	69
2.1.1	Das RAM-Modell	70
2.1.2	Komplexitätsmaße für RAMs	73
2.1.3	Simulation von RAMs durch TM	76
2.1.4	Simulation von TM durch RAMs	79
2.2	Schaltkreis-Familien	86
2.2.1	Boolesche Funktionen und Schaltkreise	87
2.2.2	Schaltkreiskomplexität	88
2.2.3	Uniformität	94
2.2.4	Simulation von Schaltkreisfamilien durch TM	96
2.2.5	Simulation von TM durch Schaltkreisfamilien	100
2.2.6	Universelle Schaltkreise	109
2.3	Arithmetische Modelle, Entscheidungsgraphen	114
2.3.1	Arithmetische RAMs und Schaltkreise	114
2.3.2	Entscheidungsbaum-Modelle	116
2.4	Übungsaufgaben	118
2.5	Bemerkungen und Literaturhinweise	123
3	Hierarchie-Sätze	129
3.1	Untere Schranken und Komplexitätslücken	129
3.1.1	Logarithmische Platzschranke	130
3.1.2	Quadratische Zeitschranke für 1-Band Maschinen	132
3.1.3	Komplexitätslücke bei zeitbeschränkten 1-Band TM	135
3.1.4	Komplexitätslücke bei kleinen Platzschranken	137
3.2	Deterministische Hierarchien	140
3.2.1	Allgemeiner Hierarchiesatz	140
3.2.2	Zeithierarchien	142
3.2.3	Platzhierarchien	147
3.3	Translation	150
3.4	Nichtdeterministische Hierarchien	154
3.4.1	Komplementabschluß von nichtdeterministischem Platz	154
3.4.2	Nichtdeterministischer Platzhierarchiesatz	158
3.4.3	Nichtdeterministischer Zeithierarchiesatz	160
3.5	Das Komplexitätsmaß Reversal	160
3.5.1	Reversalbeschränkte TM	160
3.5.2	Vergleich von Time und Reversal	161
3.5.3	Vergleich von Space und Reversal	163
3.5.4	Bandreduktion und Reversal für NTM	167
3.6	Abstrakte Komplexitätstheorie	168
3.6.1	Allgemeines Gap-Theorem	168

3.6.2	Speedup-Theorem	170
3.6.3	Union-Theorem	172
3.6.4	Abstrakte Komplexitätsmaße	174
3.7	Übungsaufgaben	175
3.8	Bemerkungen und Literaturhinweise	180
4	Vergleich von Speicherstrukturen	183
4.1	Ein allgemeines Speichermodell	184
4.1.1	On-line versus off-line	184
4.1.2	Konstruierbare Speicher	185
4.1.3	Lineare Bandsimulation konstruierbarer Speicher	188
4.2	1-dimensionale Speicher	189
4.2.1	Bandreduktion für NTM	189
4.2.2	Simulation von Mehrkopf-Maschinen	191
4.2.3	TM mit separatem Einweg-Eingabeband	192
4.2.4	1 versus 2 Bänder bei Zweiweg-Eingabe	193
4.3	Untere Schranken für Speicherzugriffe	195
4.3.1	Kolmogorov-Komplexität von Strings	195
4.3.2	Der Einfluß des Radius	196
4.4	Obere Schranken für Speicherzugriffe	200
4.4.1	Einbettung von Graphen	200
4.4.2	Kompaktifizierung	205
4.4.3	Schnelle Simulationen	208
4.5	Übungsaufgaben	211
4.6	Bemerkungen und Literaturhinweise	213
5	Zeit- versus Platzkomplexität	217
5.1	Time-Space-Relationen für 1-Band TM	218
5.1.1	Simulation platzbeschränkter 1-Band DTM	218
5.1.2	Simulation platzbeschränkter 1-Band NTM	222
5.1.3	Mehrdimensionale 1-Band TM	228
5.2	Das Pebble-Game	229
5.2.1	Berechnungsgraphen	229
5.2.2	Superkonzentratoren	234
5.2.3	Schichtungen von Graphen	237
5.3	Platzeffiziente Simulation von TM und RAMs	246
5.3.1	Lineare Speicher	246
5.3.2	Nichtlineare Speicher	248
5.3.3	Auxiliary Pushdown TM	258
5.4	Simultane Ressource-Schranken	260
5.4.1	Schaltkreisweite	260
5.4.2	Vergleich der Ressourcen von TM und Schaltkreisen	262
5.5	Übungsaufgaben	266

5.6	Bemerkungen und Literaturhinweise	270
6	Sequentielle Komplexitätsklassen	275
6.1	Einführung	276
6.1.1	Notation	276
6.1.2	Zeit-Platz-Hierarchie	277
6.1.3	Reduzierbarkeit, Vollständigkeit	279
6.2	Die Klassen von $\mathcal{L}$ bis $\mathcal{P}$	285
6.2.1	Labyrinth-Probleme zur Charakterisierung von $\mathcal{L}$ und $\mathcal{NL}$	285
6.2.2	$\mathcal{P}$ -vollständige Probleme	287
6.3	$\mathcal{NP}$ -vollständige Probleme	291
6.3.1	Das Erfüllbarkeitsproblem	291
6.3.2	Selbstreduzierbarkeit	294
6.3.3	Erfüllbarkeit für 3-CNF	296
6.3.4	Graphenprobleme: Cliques, Kreise und Überdeckungen	298
6.3.5	Das Färbungsproblem für Graphen	302
6.3.6	Diskrete Optimierung	304
6.3.7	$\mathcal{NP}$ -Vollständigkeit im strengen Sinne	306
6.3.8	Obere Schranken und Parameterkomplexität	307
6.4	Von $\mathcal{NP}$ bis $\mathcal{PSPACE}$	311
6.4.1	Die Struktur von $\mathcal{NP}$	311
6.4.2	Die Relation zwischen $\mathcal{NP}$ und $\text{co-}\mathcal{NP}$	312
6.4.3	$\mathcal{UP}$, Einweg-Funktionen und Kryptologie	316
6.4.4	$\mathcal{PSPACE}$ -Vollständigkeit	318
6.5	Linguistische Klassifikationen	321
6.5.1	Formale Grammatiken	321
6.5.2	Die Chomsky-Hierarchie	322
6.5.3	Kontextfreie Sprachen und $\text{Log}\mathcal{CFL}$	324
6.5.4	Reguläre Ausdrücke	325
6.6	Übungsaufgaben	327
6.7	Bemerkungen und Literaturhinweise	331
	Stichwortverzeichnis	341
	Symbolverzeichnis	350
	Zeitschriftenverzeichnis	353
	Konferenzverzeichnis	354
	Verzeichnis von Fachorganisationen	354