

Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur 1. Auflage	x
Vorwort zur 2. Auflage	xii
1 Einführung und Übersicht	1
1.1 Ausgangspunkte für das Themengebiet	1
1.2 Anwendungen theoretischer Erkenntnisse	3
1.3 Stoffübersicht und -abgrenzung	4
1.4 Externe Lernhilfen und Web-Seiten	5
1.5 Allgemeine Bibliographische Hinweise	6
I Endliche Automaten und reguläre Sprachen	9
2 Endliche Automaten	11
2.1 Deterministische endliche Automaten	11
2.1.1 Beispiel: Der Schwimmbadautomat A_{swim}	12
2.1.2 Alphabete, Wörter, Sprachen	16
2.1.3 Zustände und Zustandsübergänge	21
2.1.4 Deterministische endliche Automaten und reguläre Sprachen	22
2.1.5 Vollständige Automaten	27
2.1.6 Zusammenfassung	28
2.2 Nichtdeterministische endliche Automaten	29
2.2.1 Definitionen	29
2.2.2 Äquivalenz von deterministischen und nichtdeterministischen endlichen Automaten	33
2.2.3 Zusammenfassung	38
2.3 Endliche Automaten mit ε -Übergängen	39
2.3.1 Definitionen	39
2.3.2 Äquivalenz von ε -Automaten zu nichtdeterministischen endli- chen Automaten	40
2.3.3 Zusammenfassung	46
2.4 Verallgemeinerte endliche Automaten	46
2.4.1 Definitionen	46
2.4.2 Äquivalenz von verallgemeinerten und endlichen Automaten	47
2.5 Minimierung endlicher Automaten	48

2.5.1	Isomorphie endlicher Automaten	48
2.5.2	Ein Verfahren zur Minimierung endlicher Automaten	49
2.6	Anwendungen endlicher Automaten	52
2.6.1	Rechnersysteme und Systemprogrammierung	52
2.6.2	Teilworterkennung	53
2.6.3	Suchmaschinen im Internet	56
2.6.4	Objektorientierte Modellierung. Interaktionsdiagramme	58
2.7	Bibliographische Hinweise und Ergänzungen	60
2.8	Übungen	62
3	Reguläre Sprachen	65
3.1	Reguläre Ausdrücke	65
3.1.1	Definitionen und Eigenschaften	66
3.1.2	Anwendung regulärer Ausdrücke	72
3.1.3	Äquivalenz von endlichen Automaten und regulären Ausdrücken	74
3.1.4	Scanner-Generatoren	81
3.1.5	Zusammenfassung	82
3.2	Typ-3-Grammatiken	83
3.2.1	Rechtslineare Grammatiken	83
3.2.2	Linkslineare Grammatiken	86
3.2.3	Äquivalenz rechtslinearer und linkslinearer Grammatiken	87
3.2.4	Verallgemeinerte Typ-3-Grammatiken	89
3.2.5	Äquivalenz von endlichen Automaten und Typ-3-Grammatiken	90
3.2.6	Zusammenfassung	92
3.3	Eigenschaften regulärer Sprachen	92
3.3.1	Abschlusseigenschaften von REG_{Σ}	93
3.3.2	Das Pumping-Lemma für reguläre Sprachen	102
3.3.3	Entscheidbarkeitsprobleme	104
3.3.4	Grenzen endlicher Automaten	106
3.4	Bibliographische Hinweise und Ergänzungen	108
3.5	Übungen	109
4	Endliche Maschinen und Automatenetze	111
4.1	Endliche Maschinen	111
4.1.1	Erweiterung des endlichen Automaten A_{swim}	112
4.1.2	Mealy-Maschinen	114
4.1.3	Ein formales Vorgehensmodell bei der Problemlösung	121
4.1.4	Gegenseitige Simulation von Mealy-Maschinen und endlichen Automaten	123
4.1.5	Moore-Maschinen	125
4.1.6	Äquivalenz von Mealy- und Moore-Maschinen	129
4.1.7	Grenzen endlicher Maschinen	133
4.2	Endliche Transducer	136
4.3	Beispiele für Automatenetze	138
4.3.1	Synchrone Automaten: Zellulare Automaten	138
4.3.2	Asynchrone Automaten: Petri-Netze	143
4.3.3	Anwendungen und Varianten von Petri-Netzen	152

4.4	Anwendungen endlicher Maschinen	157
4.4.1	Software- und Systementwurf. Statecharts	159
4.4.2	Workflow-Management	161
4.4.3	Elektronischer Handel	162
4.5	Bibliographische Hinweise und Ergänzungen	164
4.6	Übungen	164
II Kontextfreie Sprachen und Kellerautomaten		169
5	Kontextfreie Sprachen	171
5.1	Kontextfreie Grammatiken	171
5.1.1	Beispiele und Definitionen	171
5.1.2	Normalformen	174
5.2	Eigenschaften kontextfreier Sprachen	180
5.2.1	Mehrdeutigkeit	180
5.2.2	Das Pumping-Lemma für kontextfreie Sprachen	183
5.2.3	Abschlusseigenschaften	186
5.3	Übungen	188
6	Kellerautomaten	191
6.1	Nichtdeterministische Kellerautomaten	191
6.1.1	Grundlegende Definitionen	191
6.1.2	Akzeptieren mit leerem Keller	197
6.2	Äquivalenz von kontextfreien Grammatiken und Kellerautomaten	198
6.3	Deterministische Kellerautomaten	200
6.4	Übungen	202
7	Anwendungen kontextfreier Sprachen	203
7.1	Ableitungs- und Syntaxbäume	203
7.2	Compilerbau	207
7.3	Syntax von Programmiersprachen	216
7.3.1	Erweiterte Backus-Naur-Form	216
7.3.2	Syntaxdiagramme	220
7.4	Reguläre Definitionen	222
7.4.1	SADT	224
7.4.2	XML	226
7.5	Bibliographische Hinweise	229
7.6	Übungen	230
III Berechenbarkeit und Komplexität		233
8	Typ-1- und Typ-0-Sprachen	235
8.1	Die Chomsky-Hierarchie	235
8.1.1	Typ-1-Sprachen (kontextsensitive Sprachen)	236
8.1.2	Typ-0-Sprachen (rekursiv-aufzählbare Sprachen)	238
8.1.3	Die Hierarchie	244

8.1.4	Das Wortproblem	246
8.2	Turingautomaten	248
8.2.1	Definitionen und Beispiele	248
8.2.2	Varianten von Turingautomaten	251
8.2.3	Äquivalenz von deterministischen und nichtdeterministischen Turingautomaten	253
8.2.4	Linear beschränkte Automaten	254
8.2.5	Äquivalenz zwischen linear beschränkten Automaten und Typ-1-Grammatiken	254
8.2.6	Äquivalenz zwischen Turingautomaten und Typ-0-Grammatiken	256
8.3	Zusammenfassung	257
8.4	Bibliographische Hinweise	259
8.5	Übungen	259
9	Berechenbarkeit	261
9.1	Turing-Berechenbarkeit	261
9.1.1	Definition und Beispiele	262
9.1.2	Die Programmiersprache TURING	266
9.2	Loop-, While- und Goto-Berechenbarkeit	271
9.2.1	Loop-Berechenbarkeit	271
9.2.2	While-Berechenbarkeit	278
9.2.3	Goto-Berechenbarkeit	279
9.2.4	Die Churchsche These	284
9.2.5	Die Ackermannfunktion	285
9.3	Universelle Turingmaschinen	289
9.3.1	Codierung von Turingmaschinen	290
9.3.2	Das utm-Theorem	293
9.3.3	Das smn-Theorem	294
9.4	Bibliographische Hinweise	296
9.5	Übungen	296
10	Entscheidbarkeit	299
10.1	Existenz unentscheidbarer Probleme	299
10.2	Entscheidbare und semi-entscheidbare Mengen	300
10.3	Reduzierbarkeit von Mengen	304
10.4	Unentscheidbare Mengen	305
10.4.1	Das Halteproblem	305
10.4.2	Das Korrektheitsproblem	307
10.4.3	Das Äquivalenzproblem	308
10.4.4	Der Satz von Rice	308
10.4.5	Das Postsche Korrespondenzproblem	309
10.4.6	Anwendungen des Postschen Korrespondenzproblems	311
10.5	Übungen	314

11 Komplexität	317
11.1 Die O -Notation	317
11.2 Komplexität von Algorithmen	320
11.3 Wichtige Komplexitätsklassen	322
11.4 Die Klassen P und NP	324
11.4.1 Die Klasse P	324
11.4.2 Die Klasse NP	324
11.4.3 Das P - NP -Problem	325
11.4.4 NP -Vollständigkeit	326
11.5 Konkrete NP -vollständige Probleme	328
11.5.1 Das Erfüllbarkeitsproblem der Aussagenlogik	329
11.5.2 Weitere NP -vollständige Probleme	332
11.6 Heuristiken zur Behandlung NP -vollständiger Probleme	336
11.6.1 Eine Heuristik für TSP	337
11.6.2 Untere Schranken für das Approximieren	339
11.7 Zusammenfassung	340
11.8 Bibliographische Hinweise und Ergänzungen	341
11.9 Übungen	342
Literaturverzeichnis	343
Index	349