



Auf einen Blick

Über den Autor	7
Einleitung.....	17
Teil I: Endliche Automaten.....	21
Kapitel 1: Deterministische Endliche Automaten (DFAs).....	23
Kapitel 2: Nichtdeterministische Endliche Automaten (NFAs).....	57
Kapitel 3: Kellerautomaten (PDAs).....	83
Kapitel 4: Turing-Maschinen.....	93
Teil II: Formale Sprachen.....	123
Kapitel 5: Grammatiken.....	125
Kapitel 6: Reguläre (Typ-3-)Sprachen.....	135
Kapitel 7: Kontextfreie (Typ-2-)Sprachen.....	141
Kapitel 8: Kontextsensitive und Phasen-Struktur-Sprachen.....	159
Teil III: Harte Probleme.....	167
Kapitel 9: Zeitkomplexität von Algorithmen.....	169
Kapitel 10: Die Klassen P und NP.....	181
Kapitel 11: NP-Vollständigkeit.....	199
Teil IV: Mathematische Grundlagen.....	229
Kapitel 12: Logische Grundlagen.....	231
Kapitel 13: Mengen und Relationen.....	239
Kapitel 14: Graphen und Bäume.....	249
Teil V: Top-Ten-Teil.....	267
Kapitel 15: Top-Ten-Theoretiker.....	269
Kapitel 16: Die Top-Ten-Bücher zum Weiterlesen.....	277
Symbolverzeichnis.....	281
Stichwortverzeichnis.....	283







Inhaltsverzeichnis

Über den Autor	7
Einleitung.....	17
Was ist theoretische Informatik?.....	17
Über dieses Buch.....	18
Wie dieses Buch aufgebaut ist.....	18
Symbole in diesem Buch.....	20
Wie Sie dieses Buch lesen sollten	20
TEIL I	
ENDLICHE AUTOMATEN.....	21
Kapitel 1	
Deterministische Endliche Automaten (DFAs).....	23
Einführung.....	23
Erste Beispiele.....	24
Grundlegende Definitionen	27
Symbole und Wörter	27
Die Definition eines DFAs.....	28
Reguläre Sprachen.....	30
Die erweiterte Übergangsfunktion	30
Beispiele regulärer Sprachen.....	31
Das Pumping Lemma.....	34
Minimalautomaten.....	38
Der Satz von Myhill und Nerode	45
DFAs mit Ausgabe (Moore- und Mealy-Automaten).....	50
Aufgaben zu DFAs.....	54
Kapitel 2	
Nichtdeterministische Endliche Automaten (NFAs).....	57
Nichtdeterminismus	57
Definition eines NFA	58
Der Satz von Rabin-Scott.....	60
NFAs mit ϵ -Übergängen.....	64
Abschlusseigenschaften regulärer Sprachen	67
Reguläre Ausdrücke.....	70
Stochastische Automaten und Markov-Ketten.....	75
Hidden Markov Models.....	80
Aufgaben zu NFAs.....	80
Kapitel 3	
Kellerautomaten (PDAs).....	83
Nichtdeterministische Kellerautomaten.....	83
Deterministische Kellerautomaten	89





12 Inhaltsverzeichnis

Die Grenzen von PDAs.....	91
Aufgaben zu PDAs	92

Kapitel 4

Turing-Maschinen.....	93
Deterministische Turing-Maschinen.....	93
Turing-Berechenbarkeit.....	102
Mehrband-Turing-Maschinen.....	105
Registermaschinen.....	109
Nichtdeterministische Turing-Maschinen.....	110
Linear beschränkte Turing-Maschinen.....	112
Universelle Turing-Maschine (UTM).....	113
Die Grenzen von Turing-Maschinen.....	115
Aufgaben zu Turing-Maschinen.....	120

TEIL II

FORMALE SPRACHEN	123
-------------------------------	------------

Kapitel 5

Grammatiken.....	125
Einführung.....	125
Ein erstes Beispiel.....	126
Syntaxbäume	127
Definition einer Grammatik.....	128
Die von einer Grammatik erzeugte Sprache.....	128
Wie man ϵ -Regeln loswird.....	129
Das Wortproblem.....	131
Chomsky-Hierarchie.....	131
Aufgaben zu Grammatiken.....	133

Kapitel 6

Reguläre (Typ-3-)Sprachen.....	135
Beispiele für Typ-3-Sprachen.....	135
Das Wortproblem für Typ-3-Sprachen.....	136
Aufgaben zu Typ-3-Sprachen.....	139

Kapitel 7

Kontextfreie (Typ-2-)Sprachen.....	141
Erste Beispiele.....	141
Backus-Naur-Form (BNF).....	142
Erweiterte Backus-Naur-Form (EBNF).....	142
Chomsky-Normalform.....	144
Die Grenzen kontextfreier Sprachen.....	146
Ein äquivalentes Maschinenmodell.....	150
Deterministisch kontextfreie Sprachen.....	153
Das Wortproblem für kontextfreie Sprachen.....	154

Inhaltsverzeichnis 13

Abschlusseigenschaften	156
Aufgaben zu kontextfreien Sprachen	157

Kapitel 8

Kontextsensitive und Phasen-Struktur-Sprachen..... 159

Ein erstes Beispiel.....	159
Das Wortproblem für Typ-1-Sprachen.....	160
Das Wortproblem für Typ-0-Sprachen.....	161
Äquivalente Maschinenmodelle	162
Typ-0-Sprachen.....	162
Typ-1-Sprachen.....	164

TEIL III

HARTE PROBLEME..... 167

Kapitel 9

Zeitkomplexität von Algorithmen..... 169

Einführende Überlegungen.....	169
Zeit- und Speicherkomplexität von Algorithmen.....	171
Die O -Notation	175
Komplexitätsklassen von Sprachen.....	177
Aufgaben zur Komplexität von Algorithmen	179

Kapitel 10

Die Klassen P und NP 181

Die Klasse P	181
Die Klasse NP.....	182
Zertifikate	182
Das SAT-Problem.....	185
Reduktion.....	188
SAT, KNF-SAT und 3-SAT.....	190
Reduktion und Entscheidbarkeit.....	196
Aufgaben zu P und NP	197

Kapitel 11

NP-Vollständigkeit..... 199

Der Satz von Cook	199
Boolesche Schaltkreise und deterministische Turing-Maschinen.....	200
Boolesche Schaltkreise und nichtdeterministische Turing-Maschinen.....	206
Reduktion von CIRCUIT-SAT auf 3-SAT	208
Beispiele NP -vollständiger Sprachen.....	210
SUBSET-SUM-Problem	210
Hamilton-Kreise	213
Das Travelling-Salesman-Problem	219
Das Cliques-Problem.....	221
Ist P = NP ?	223



14 Inhaltsverzeichnis

Quantencomputer	223
Die Klasse BQP	225
Aufgaben zur NP -Vollständigkeit	227

TEIL IV MATHEMATISCHE GRUNDLAGEN

229

Kapitel 12 Logische Grundlagen

231

Boolesche Variablen und boolesche Formeln	231
Aussagen und Beweise	233
Beweistechniken	234
Aufgaben zur Logik	238

Kapitel 13 Mengen und Relationen

239

Grundbegriffe	239
Mengenoperationen	241
Relationen	242
Äquivalenzrelationen	242
Ordnungsrelationen	244
Funktionen	245
Aufgaben zu Mengen und Relationen	247

Kapitel 14 Graphen und Bäume

249

Graphen und ihre Eigenschaften	249
Zusammenhängende Graphen	251
Darstellung von Graphen im Computer	253
Bäume	256
Tourenprobleme	258
Gewichtete Graphen	260
Näherungsweise Lösung des TSP	261
Aufgaben zu Graphen und Bäumen	265

TEIL V TOP-TEN-TEIL

267

Kapitel 15 Top-Ten-Theoretiker

269

Charles Babbage (1791–1871)	269
Ada Lovelace (1815–1852)	270
Alonzo Church (1903–1995)	270
Alan Turing (1912–1954)	271
Claude Shannon (1916–2001)	272
Richard Feynman (1918–1988)	273



**Inhaltsverzeichnis 15**

Noam Chomsky (geboren 1928).....	274
Michael Rabin (geboren 1931) und Dana Scott (geboren 1932).....	274
Stephen Cook (geboren 1939).....	275
Peter W. Shor (geboren 1959).....	275

Kapitel 16**Die Top-Ten-Bücher zum Weiterlesen 277**

Teil I: Endliche Automaten.....	277
Teil II: Formale Sprachen.....	277
Teil III: Harte Probleme.....	278
Teil IV: Mathematische Grundlagen.....	278
Teil V: Top-Ten-Teil.....	278

Symbolverzeichnis 281**Stichwortverzeichnis 283**

