

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

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

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

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