

# Theoretische Informatik

## Eine algorithmenorientierte Einführung

Von Prof. Dr. math. Ingo Wegener  
Universität Dortmund



**B.G. Teubner Stuttgart 1993**

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Turingmaschinen, Churchsche These und Entscheidbarkeit</b>	<b>7</b>
2.1	Registermaschinen und deterministische Turingmaschinen . . . . .	7
2.2	Techniken zur Programmierung von Turingmaschinen . . . . .	14
2.3	Simulationen zwischen Turingmaschinen und Registermaschinen . . . . .	16
2.4	Universelle Turingmaschinen . . . . .	18
2.5	Die Churchsche These . . . . .	20
2.6	Die Unentscheidbarkeit des Halteproblems . . . . .	21
2.7	Eigenschaften rekursiver und rekursiv aufzählbarer Sprachen . . . . .	26
2.8	Die Unentscheidbarkeit des Postschen Korrespondenzproblems . . . . .	28
	Übungen . . . . .	33
<b>3</b>	<b>Die NP-Vollständigkeitstheorie</b>	<b>36</b>
3.1	Die Klasse P . . . . .	36
3.2	Nichtdeterministische Turingmaschinen und die Klasse NP . . . . .	39
3.3	NP-Vollständigkeit . . . . .	43
3.4	Die NP-Vollständigkeit wichtiger Probleme . . . . .	51
3.5	Pseudopolynomielle Algorithmen und starke NP-Vollständigkeit . . . . .	59
3.6	Turing-Reduzierbarkeit, NP-harte, NP-leichte und NP-äquivalente Probleme . . . . .	63
3.7	Eine Komplexitätstheorie für Approximationsalgorithmen . . . . .	68
3.8	Eine Komplexitätstheorie für probabilistische Algorithmen . . . . .	73
3.9	Die Struktur von NP und die polynomielle Hierarchie . . . . .	80
	Übungen . . . . .	83
<b>4</b>	<b>Endliche Automaten</b>	<b>86</b>
4.1	Schaltwerke und endliche Automaten . . . . .	86
4.2	Die Minimierung endlicher Automaten . . . . .	92
4.3	Das Pumping-Lemma für endliche Automaten . . . . .	101

## VIII Inhaltsverzeichnis

4.4	Nichtdeterministische endliche Automaten . . . . .	103
4.5	Zwei-Wege Automaten . . . . .	108
4.6	Effiziente Algorithmen für die Konstruktion endlicher Automaten und die Entscheidung von Eigenschaften regulärer Sprachen . . . . .	114
	Übungen . . . . .	122
<b>5</b>	<b>Grammatiken, die Chomsky-Hierarchie und das Wortproblem</b>	<b>124</b>
5.1	Grammatiken und die Chomsky-Hierarchie . . . . .	124
5.2	Chomsky-0-Grammatiken und rekursiv aufzählbare Sprachen . . . . .	127
5.3	Chomsky-3-Grammatiken, reguläre Sprachen und Ausdrücke, lexika- lische Analyse . . . . .	129
5.4	Kontextsensitive Grammatiken und Sprachen . . . . .	136
	Übungen . . . . .	144
<b>6</b>	<b>Kontextfreie Grammatiken und Sprachen</b>	<b>146</b>
6.1	Beispiele kontextfreier Sprachen und Syntaxbäume . . . . .	146
6.2	Die Chomsky-Normalform für kontextfreie Grammatiken . . . . .	149
6.3	Der Cocke-Younger-Kasami Algorithmus . . . . .	153
6.4	Das Pumping-Lemma und Ogden's Lemma für kontextfreie Sprachen	154
6.5	Effiziente Algorithmen für die Konstruktion kontextfreier Grammati- ken und die Entscheidung von Eigenschaften kontextfreier Sprachen .	158
6.6	Unentscheidbare Probleme . . . . .	162
6.7	Eine inhärent mehrdeutige kontextfreie Sprache . . . . .	168
	Übungen . . . . .	170
<b>7</b>	<b>Kellerautomaten und kontextfreie Sprachen</b>	<b>172</b>
7.1	Die Greibach-Normalform für kontextfreie Grammatiken . . . . .	172
7.2	Kellerautomaten . . . . .	182
7.3	Kellerautomaten und kontextfreie Sprachen . . . . .	185
7.4	Weitere effiziente Algorithmen im Zusammenhang mit kontextfreien Sprachen . . . . .	189
	Übungen . . . . .	191
<b>8</b>	<b>Deterministisch kontextfreie Sprachen</b>	<b>192</b>
8.1	Deterministische Kellerautomaten . . . . .	192

8.2	Bottom-up Syntaxanalysealgorithmen . . . . .	199
8.3	Eine weitere Charakterisierung von LR( $k$ )-Grammatiken . . . . .	206
8.4	Die Konstruktion eines LR( $k$ )-Parsers . . . . .	210
8.5	Deterministische Kellerautomaten und LR( $k$ )-Grammatiken . . . . .	215
	Übungen . . . . .	216
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung und Testfragen</b>	<b>218</b>
9.1	Zusammenfassung . . . . .	218
9.2	Testfragen . . . . .	223
	<b>Schriftenverzeichnis</b>	<b>228</b>
	<b>Index</b>	<b>232</b>