

---

# ***Lehr- und Übungsbuch Informatik***

---

**Band 2:**

**Theorie der Informatik**

Mit 82 Bildern, 43 Tabellen, 65 Beispielen, 82 Aufgaben,  
48 Kontrollfragen, 30 Referatsthemen



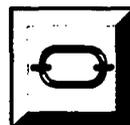
**Fachbuchverlag Leipzig**

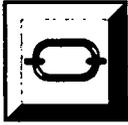
im Carl Hanser Verlag

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>Einführung</b> .....	<b>15</b>
<b>1 Mathematisch-logische Grundlagen</b> .....	<b>19</b>
1.1 Aussagenlogik .....	19
1.1.1 Grundbegriffe der zweiwertigen Aussagenlogik .....	20
1.1.2 Einfache Rechengesetze .....	26
1.2 Prädikatenlogik I. Stufe .....	29
1.3 Logik, Schaltalgebra und Rechnen mit Dualzahlen .....	33
1.3.1 Subtraktion und Division mit Komplementdarstellungen .....	33
1.3.2 Codierung .....	36
1.3.3 Bezüge zur Theorie der Automaten .....	38
1.3.3.1 Sequentielle Schaltung ohne Gedächtnis .....	38
1.3.3.2 Sequentielle Schaltung mit Gedächtnis .....	39
1.3.3.3 Computer .....	41
1.3.3.4 Sequentielles Arbeiten .....	42
1.4 Logik als Basis für ein Programmierparadigma .....	42
1.4.1 Horn-Klauseln .....	43
1.4.2 Unifikation .....	43
1.4.3 Resolventen .....	44
1.4.4 Resolutionsprinzip .....	47
1.5 Übungen .....	48
1.6 Literatur .....	50
<b>2 Turing-Maschinen</b> .....	<b>51</b>
2.1 Modell und Arbeitsweise .....	51
2.1.2 Übungen .....	54
2.2 Definition der Turing-Maschine .....	54
2.2.1 Turing-Maschine als Akzeptor .....	54
2.2.2 Berechnung von Funktionen mittels Turing-Maschinen .....	56
2.2.3 Übungen .....	60
2.3 Das Halteproblem .....	60
2.3.1 Codierung von Turing-Maschinen .....	60
2.3.2 Selbstanwendbarkeit .....	61
2.3.3 Halteproblem .....	61
2.3.4 Halteproblem anhand von SCHEME .....	62





2.3.5	Universelle Turing-Maschinen .....	63
2.3.6	Übungen .....	64
2.4	Literatur .....	64
<b>3</b>	<b>Formale Sprachen und Programmiersprachen .....</b>	<b>65</b>
3.1	Einleitung .....	65
3.2	Formale Sprachen und Automaten .....	66
3.2.1	Der Zustandsautomat .....	66
3.2.2	Sprache eines endlichen Automaten .....	68
3.2.3	Nichtdeterministischer endlicher Automat .....	70
3.2.4	Kellerautomaten und Sprachen .....	72
3.2.5	Übungen .....	74
3.3	Grammatiken formaler Sprachen .....	75
3.3.1	Semi-Thue-System und Regelgrammatiken .....	76
3.3.2	Chomsky-Hierarchie .....	80
3.3.3	Reguläre Grammatiken und Sprachen .....	81
3.3.4	Kontextfreie Grammatiken (Typ-2) .....	85
3.3.5	Kontextsensitive und allgemeine Grammatiken .....	89
3.3.6	Übungen .....	90
3.4	Grammatiken und Programmiersprachen .....	91
3.4.1	Sprachelemente regulärer Grammatiken (Morpheme) .....	91
3.4.2	Sprachelemente kontextfreier Grammatiken .....	93
3.4.3	Übungen .....	95
3.5	Attributierte Grammatiken .....	95
3.5.1	Attribute als Kontexte .....	95
3.5.2	Attributberechnung und semantische Regeln .....	96
3.5.3	Übungen .....	98
3.6	Literatur .....	98



<b>4</b>	<b>Algorithmen, Berechenbarkeit und ihre prinzipiellen Grenzen .....</b>	<b>99</b>
4.1	Einleitung zur Theorie der Algorithmen .....	99
4.1.1	Unlösbare Aufgaben und Werkzeuge in Mathematik und Informatik .....	99
4.1.2	Algorithmen und Informatik .....	101
4.1.3	Rekursive Funktionen .....	104
4.1.4	Rekursive Definition der Grundrechenarten .....	108
4.1.5	Minimum-Rekursion (m-Rekursivität) .....	109
4.1.6	Hypothese von Church .....	116
4.2	Begriff der Berechenbarkeit .....	117
4.3	Algorithmisch unlösbare Probleme .....	122
4.3.1	Unvollständigkeitssatz von Gödel .....	122
4.3.2	Korrespondenzproblem von Post .....	124

4.3.3 Spezialfall des Wortproblems nach Zeitin ..... 125

4.4 Übungen ..... 126

4.4.1 Kontrollfragen ..... 126

4.4.2 Aufgaben ..... 126

4.4.3 Referate ..... 127

4.5 Literatur ..... 127

**5 Komplexität von Algorithmen,  
Grenzen der praktischen Berechenbarkeit ..... 129**

5.1 Einführende Beispiele ..... 130

5.1.1 Schnelle Multiplikation komplexer Zahlen ..... 130

5.1.2 Aufwandsverhalten bei Verfahren der linearen Algebra ..... 131

5.1.3 Aufwandsverhalten des Tests auf Primzahl ..... 132

5.2 Weitere grundlegende Begriffe zur Komplexität ..... 133

5.2.1 Aufwandsverhalten bei Sortieralgorithmen ..... 134

5.2.2 Extensive und intensive Ressourcenerweiterung ..... 135

5.2.3 Schnelle Matrixmultiplikation ..... 136

5.3 Die schwierigsten Probleme für Computer ..... 139

5.3.1 Cliques-Problem ..... 140

5.3.2 Nicht-deterministisch in Polynomzeit lösbare (NP-) Probleme ... 141

5.3.3 NP-vollständige Probleme ..... 142

5.3.4 Springer-Problem ..... 144

5.3.5 Kurze Liste NP-vollständiger Probleme ..... 147

5.4 Verfahren und Näherungsverfahren zur Bearbeitung  
von NP-Problemen ..... 148

5.4.1 Königinnen- oder n-Damen-Problem und  
back-tracking (Rückspuren) ..... 148

5.4.2 Dynamisches Optimieren ..... 151

5.4.3 Verzweigen und Begrenzen (branch and bound) ..... 153

5.4.4 Näherungsalgorithmen zur Bearbeitung von  
NP-vollständigen Problemen ..... 156

5.5 Kurzinformationen zu weiteren Verfahren ..... 159

5.5.1 Hill Climbing (Bergsteiger-Algorithmus) ..... 160

5.5.2 Sintflut-Algorithmus ..... 160

5.5.3 Tabu-Suche ..... 160

5.5.4 Neuronale Netze ..... 161

5.5.5 Genetische Algorithmen ..... 161

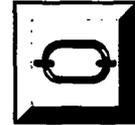
5.5.6 Greedy Algorithmen ..... 162

5.5.7 Threshold Accepting (Akzeptanz von Schwellwerten) ..... 162

5.5.8 Simulated Annealing (simuliertes Ausglühen) ..... 162

5.6 Übungen ..... 162

5.7 Literatur ..... 163



---

9.4	Exkurs in die elementare Zahlentheorie .....	287
9.4.1	Rolle der Primzahlen .....	287
9.4.2	Satz von Carmichael .....	288
9.5	Übungen .....	289
9.6	Literatur .....	293
	<b>Sachwortverzeichnis .....</b>	<b>295</b>