

---

# Taschenbuch der Informatik

---

5., neu bearbeitete Auflage

herausgegeben von

**Uwe Schneider** und  
**Dieter Werner**

Mit 326 Bildern und 105 Tabellen



**Fachbuchverlag Leipzig**  
im Carl Hanser Verlag

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Informatik</b>	<b>25</b>
1.1	<i>Gegenstand</i>	25
1.2	<i>Kerninformatik</i>	26
1.2.1	Theoretische Informatik	26
1.2.2	Technische Informatik	26
1.2.3	Praktische Informatik	27
1.2.3.1	Entwicklung von Softwarekomponenten	27
1.2.3.2	Systemsoftware	28
1.3	<i>Angewandte Informatik</i>	28
1.3.1	Allgemeine Anwendungen	28
1.3.2	Spezielle Anwendungsgebiete	29
1.4	<i>Historische Entwicklung</i>	29
1.4.1	Erste Rechenhilfen	29
1.4.2	Mechanische Rechenmaschinen	30
1.4.3	Programmgesteuerte Automaten	30
1.4.4	Computer	31
1.4.5	Computergenerationen	32
1.5	<i>Informatik und Gesellschaft</i>	33
1.5.1	Die Informationsgesellschaft	33
1.5.2	Ausbildung	34
1.5.3	Fachverbände	35
1.5.4	Normungsgremien	36
<b>2</b>	<b>Theoretische Grundlagen</b>	<b>38</b>
2.1	<i>Formale Sprachen und Automaten</i>	38
2.1.1	Grundlegende Begriffe	38
2.1.2	Endliche Automaten und reguläre Ausdrücke	38
2.1.2.1	Endliche Automaten	39
2.1.2.2	Reguläre Ausdrücke	41
2.1.2.3	Kellerautomaten	41
2.1.3	Formale Sprachen	42
2.1.3.1	Grammatiken für formale Sprachen und Ableitungen	42
2.1.3.2	Normalformen	44
2.1.3.3	Abschluss- und Entscheidbarkeitseigenschaften von Sprachklassen	45
2.2	<i>Modelle der Berechenbarkeit</i>	45
2.2.1	TURING-Maschinen	46
2.2.1.1	TURING-Berechenbarkeit	47
2.2.1.2	Die universelle TURING-Maschine	48
2.2.2	Partiell rekursive Funktionen	49
2.2.3	Unentscheidbare Probleme	50
2.2.3.1	Entscheidbarkeit und Semientscheidbarkeit	50
2.2.3.2	Das Halteproblem	51
2.2.3.3	Weitere unentscheidbare Probleme	51

2.3	<i>Komplexitätstheorie</i> . . . . .	52
2.3.1	Komplexitätsklassen . . . . .	52
2.3.1.1	Die $O$ -Notation . . . . .	53
2.3.1.2	Die Klassen $\mathcal{P}$ und $\mathcal{NP}$ . . . . .	53
2.3.2	NP-Vollständigkeit . . . . .	54
2.3.3	NP-vollständige Probleme . . . . .	55
2.4	<i>Logik</i> . . . . .	56
2.4.1	Aussagenlogik . . . . .	56
2.4.1.1	Syntax und Semantik . . . . .	56
2.4.1.2	Äquivalenz und Normalformen . . . . .	57
2.4.1.3	Folgerung und Resolution . . . . .	58
2.4.2	Prädikatenlogik . . . . .	59
2.4.2.1	Syntax und Semantik . . . . .	59
2.4.2.2	Äquivalenz und Normalformen . . . . .	61
2.4.2.3	Unifikation und Resolution . . . . .	61
<b>3</b>	<b>Computerinterne Informationsdarstellung</b> . . . . .	<b>63</b>
3.1	<i>Information</i> . . . . .	63
3.2	<i>Daten, Zeichen, Maschinenwort</i> . . . . .	64
3.3	<i>Zahlensysteme</i> . . . . .	66
3.3.1	Stellenwertsysteme . . . . .	66
3.3.1.1	Dualsystem . . . . .	67
3.3.1.2	Oktalsystem, Hexadezimalsystem . . . . .	67
3.3.2	Konvertierungsverfahren . . . . .	68
3.4	<i>Binäre Codes</i> . . . . .	69
3.4.1	Dichter Code . . . . .	70
3.4.2	1-aus- $n$ -Code . . . . .	70
3.5	<i>Zifferndarstellung im dichten Code</i> . . . . .	71
3.6	<i>Darstellung alphanumerischer Zeichensätze</i> . . . . .	71
3.7	<i>Zahlendarstellungen</i> . . . . .	73
3.7.1	Festpunktzahlen (Festkommazahlen) . . . . .	73
3.7.2	Gleitpunktzahlen (Gleitkommazahlen) . . . . .	75
3.8	<i>Befehlsdarstellung</i> . . . . .	78
3.8.1	Struktur von Maschinenbefehlen, Befehlssatz . . . . .	78
3.8.2	Befehlsformate . . . . .	79
3.8.3	Befehlstypen . . . . .	80
3.9	<i>Adressen</i> . . . . .	81
3.9.1	Adressendarstellung . . . . .	81
3.9.2	Adressierungsarten . . . . .	81
3.10	<i>Datenkompression</i> . . . . .	83
3.10.1	Überblick . . . . .	83
3.10.2	Statistikbasierte Kompression . . . . .	84
3.10.3	Wörterbuchbasierte Kompression . . . . .	87
<b>4</b>	<b>Computer</b> . . . . .	<b>90</b>
4.1	<i>Grundbegriffe</i> . . . . .	90
4.1.1	Beschreibungsniveaus . . . . .	90
4.1.2	Komponenten/Baugruppen . . . . .	91

4.2	<i>Logische Schaltungen</i>	92
4.2.1	Verknüpfungsglieder	92
4.2.2	Schaltetze	95
4.2.3	Speicherglieder	101
4.2.4	Schaltwerke	105
4.3	VON-NEUMANN-Rechnerkonzept	107
4.4	<i>Hauptkomponenten von Computern</i>	108
4.4.1	Arithmetisch-logische Einheit (ALU)	108
4.4.2	Hauptspeicher und Cache	110
4.4.3	Steuerwerk	115
4.4.4	Ein-/Ausgabe	115
4.4.5	Grafik-Subsystem	117
4.4.6	PC-Bushierarchie	119
4.5	<i>Alternative Rechnerkonzepte</i>	123
4.5.1	Nutzung von Parallelität	123
4.5.2	Datenflussarchitekturen	125
4.5.3	SIMD-Architekturen	126
4.5.4	MIMD-Architekturen	126
4.5.5	Spezialarchitekturen	127
4.6	<i>Rechnersysteme</i>	128
4.6.1	Supercomputer	128
4.6.2	Mainframes	129
4.6.3	Workstations	129
4.6.4	PC/NC	130
4.6.5	Mikrocontroller	131
<b>5</b>	<b>Externe Speicher</b>	<b>132</b>
5.1	<i>Grundlagen, Speicherhierarchie und externe Speicher</i>	132
5.2	<i>Systematisierung nach dem physikalischen Prinzip</i>	134
5.2.1	Mechanische und bedruckte Speichermedien	134
5.2.2	Magnetische Speichermedien	135
5.2.2.1	Grundprinzip	135
5.2.2.2	Diskette	136
5.2.2.3	Festplatten	136
5.2.2.4	RAID-Systeme	137
5.2.2.5	Magnetische Wechselmedien	138
5.2.2.6	Magnetbänder	139
5.2.3	Optische Speichermedien	140
5.2.3.1	CD-Varianten	141
5.2.3.2	Magneto-optische Speicher	147
5.2.3.3	WORM	147
5.2.4	Mikroelektronische (Massen-)Speichermedien	148
5.2.4.1	Chipkarten mit Mikroprozessoren	148
5.2.4.2	Flash-Speicherkarten und Memory-Sticks	148
5.2.4.3	Solid State Disk (Halbleiterspeicher-Platten)	149
5.3	<i>Systematisierung nach der Zugriffs- und Anwendungshierarchie</i>	149
5.4	<i>Speichernetze</i>	150
5.4.1	Network Attached Storage (NAS)	150
5.4.2	Storage Area Network (SAN)	151

<b>6</b>	<b>Periphere Geräte</b> .....	<b>152</b>
6.1	<i>Zeichen- und Bildeingabe</i> .....	152
6.1.1	Tastaturen und Grafiktablets .....	152
6.1.2	Scanner und optische Markierungs- und Schriftenleser .....	154
6.1.3	Digitale Fotoapparate und Videokameras .....	156
6.2	<i>Zeigergeräte</i> .....	157
6.2.1	Maus, Trackball, Touchpad, Joysticks .....	157
6.2.2	Datenhandschuh .....	158
6.2.3	Touch-Screens und Lichtgriffel .....	159
6.3	<i>Optische Ausgaben</i> .....	159
6.3.1	Monitore .....	159
6.3.1.1	CRT-Monitor .....	159
6.3.1.2	Flachdisplay .....	160
6.3.2	Großdisplays und Projektoren .....	161
6.3.3	3-D-Bildschirme .....	162
6.4	<i>Druckausgaben</i> .....	162
6.4.1	Allgemeines .....	162
6.4.2	Nadeldrucker .....	164
6.4.3	Laserdrucker .....	164
6.4.4	Tintenstrahldrucker .....	166
6.4.5	Thermodrucker .....	167
6.5	<i>Multifunktionsgeräte</i> .....	168
6.6	<i>Akustische Ein- und Ausgaben</i> .....	168
6.7	<i>Future-Trends</i> .....	169
<b>7</b>	<b>Betriebssysteme</b> .....	<b>171</b>
7.1	<i>Überblick und Einordnung</i> .....	171
7.1.1	Anforderungen und Aufgaben .....	171
7.1.2	Klassifikation .....	172
7.2	<i>Architektur von Betriebssystemen</i> .....	173
7.2.1	Entwurfskriterien .....	173
7.2.2	Hauptkomponenten .....	173
7.2.3	Architekturmodelle .....	174
7.2.4	Schnittstellen .....	176
7.3	<i>Prozesse</i> .....	177
7.3.1	Prozesskonzept .....	177
7.3.2	Verwaltung paralleler Prozesse .....	178
7.3.2.1	Prozesszustände .....	178
7.3.2.2	Prozessbeschreibung .....	179
7.3.2.3	Prozesswechsel .....	180
7.3.2.4	Threads .....	181
7.3.3	Koordinierung paralleler Prozesse .....	182
7.3.3.1	Wechselwirkungen zwischen Prozessen .....	182
7.3.3.2	Konkurrenz zwischen Prozessen .....	182
7.3.3.3	Kooperation von Prozessen .....	184
7.4	<i>Betriebsmittel</i> .....	187
7.4.1	Klassifikation .....	187
7.4.2	Verwaltung .....	187
7.4.3	Verklemmungen .....	189

7.5	<i>Speicherverwaltung</i> . . . . .	191
7.5.1	Aufgaben . . . . .	191
7.5.2	Einfache Speicherverwaltung . . . . .	191
7.5.3	Virtueller Speicher . . . . .	192
7.6	<i>Ein-/Ausgabe-System</i> . . . . .	195
7.6.1	Anforderungen und Struktur . . . . .	195
7.6.2	Physisches Ein-/Ausgabe-System . . . . .	195
7.6.3	Logisches Eingabe-/Ausgabe-System . . . . .	196
7.7	<i>Dateiverwaltung</i> . . . . .	197
7.7.1	Dateikonzept . . . . .	197
7.7.2	Dateiorganisation . . . . .	197
7.7.3	Speicherplatzzuordnung und -verwaltung . . . . .	198
7.7.4	Verzeichnisse . . . . .	198
7.7.5	Datenträger-Organisation . . . . .	199
7.7.6	Sicherheit und Zugriffsschutz . . . . .	200
7.7.7	Leistungsverbesserungen . . . . .	200
7.7.8	Systemdienste zur Dateiverwaltung . . . . .	201
7.8	<i>Einsatz von Betriebssystemen</i> . . . . .	201
7.8.1	Installation und Konfigurierung . . . . .	201
7.8.2	Boot-Vorgang . . . . .	202
7.8.3	Administration . . . . .	202
7.8.4	Leistungsbewertung . . . . .	203
7.8.5	Schutz und Sicherheit . . . . .	203
7.8.6	Betriebssysteme für spezielle Einsatzgebiete . . . . .	204
7.8.6.1	Echtzeitbetriebssysteme . . . . .	204
7.8.6.2	Netzwerk-Betriebssysteme . . . . .	205
7.8.6.3	Verteilte Systeme . . . . .	206
7.8.6.4	Betriebssysteme für Parallelrechner . . . . .	207
7.9	<i>Fallstudien universeller Betriebssysteme</i> . . . . .	207
<b>8</b>	<b>Algorithmen und Datenstrukturen</b> . . . . .	<b>210</b>
8.1	<i>Algorithmusbegriff</i> . . . . .	210
8.1.1	Darstellungsformen für Algorithmen . . . . .	211
8.1.1.1	Programmablaufplan . . . . .	211
8.1.1.2	Struktogramm . . . . .	212
8.1.1.3	Pseudocode . . . . .	212
8.1.2	Grundelemente der Algorithmenbeschreibung durch Pseudocode . . . . .	213
8.1.2.1	Variable, Ausdrücke und Zuweisungen . . . . .	213
8.1.2.2	Kontrollstrukturen . . . . .	214
8.1.2.3	Prozeduren und Funktionen . . . . .	215
8.1.2.4	Komplexe Datentypen . . . . .	216
8.1.2.5	Rekursion . . . . .	217
8.1.3	Eigenschaften von Algorithmen . . . . .	218
8.1.3.1	Korrektheit . . . . .	218
8.1.3.2	Komplexität . . . . .	218
<b>8.2</b>	<b>Grundlegende Datenstrukturen</b> . . . . .	<b>219</b>
8.2.1	Sequenzielle Datenstrukturen . . . . .	219
8.2.1.1	Abstrakte Operationen . . . . .	219

8.2.1.2	Realisierung sequenzieller Datenstrukturen durch Felder .....	220
8.2.1.3	Verkettete Liste .....	221
8.2.1.4	Stapelspeicher .....	222
8.2.1.5	Warteschlange .....	222
8.2.2	Nichtsequenzielle Datenstrukturen .....	223
8.2.2.1	Allgemeine Graphen .....	223
8.2.2.2	Graphalgorithmen .....	224
8.2.2.3	Bäume .....	225
8.3	<i>Suchalgorithmen und assoziativer Speicher</i> .....	226
8.3.1	Abstrakte Operationen .....	227
8.3.2	Direkte Implementierung durch sequenzielle Datenstrukturen .....	227
8.3.3	Streutabellen (Hashing) .....	228
8.3.4	Binäre Suchbäume .....	229
8.4	<i>Sortieren auf Feldern</i> .....	230
8.4.1	Naive Sortierverfahren .....	230
8.4.2	Effiziente Sortierverfahren .....	231
8.5	<i>Evolutionäre und genetische Algorithmen</i> .....	232
<b>9</b>	<b>Softwaretechnik</b> .....	<b>234</b>
9.1	<i>Überblick und Einordnung</i> .....	234
9.2	<i>Prinzipien</i> .....	235
9.3	<i>Software-Entwicklung</i> .....	237
9.3.1	Software-Entwicklungsphasen .....	237
9.3.2	Vorgehensmodelle .....	240
9.3.2.1	Überblick, Anforderungen .....	240
9.3.2.2	Typen von Vorgehensmodellen .....	242
9.3.2.3	Extreme Programming .....	244
9.3.3	Entwicklungsmethoden .....	245
9.3.3.1	Überblick .....	245
9.3.3.2	Strukturierte Entwicklungsmethoden .....	246
9.3.3.3	Objektorientierte Entwicklungsmethoden .....	251
9.4	<i>Softwarequalitätsmanagement</i> .....	256
9.4.1	Begriffsklärung/Abgrenzung .....	256
9.4.2	Analytische Qualitätssicherung (Test) .....	258
9.4.2.1	Testgrundlagen .....	258
9.4.2.2	Testprinzipien .....	259
9.4.2.3	Testaktivitäten .....	260
9.4.2.4	Methoden zur Testfallermittlung .....	261
9.4.2.5	Dokumententest .....	263
9.4.3	Softwaremetriken .....	263
9.5	<i>Konfigurationsmanagement</i> .....	264
9.6	<i>Softwaremanagement</i> .....	265
9.6.1	Begriffsbestimmung, Abgrenzung .....	265
9.6.2	Projektmanagement .....	266
9.6.3	Produktmanagement .....	268
9.7	<i>Tool-Unterstützung</i> .....	268

<b>10</b>	<b>Programmiersprachen</b>	<b>270</b>
10.1	<i>Grundlagen</i>	270
10.1.1	Syntax und Semantik	270
10.1.2	Verarbeitung von Programmiersprachen	271
10.1.3	Klassifizierung von Programmiersprachen	272
10.2	<i>Prozedurale Programmierung</i>	273
10.2.1	Elementare Datentypen	274
10.2.2	Kontrollstrukturen	274
10.2.3	Komplexe Datentypen	275
10.3	<i>Objektorientierte Programmierung</i>	276
10.3.1	Klassen	278
10.3.2	Vererbung	279
10.3.3	Schnittstellen	280
10.3.4	Klassenbibliotheken	281
10.3.5	Hybride objektorientierte Sprachen	282
10.4	<i>Nichtprozedurale Programmierung</i>	282
10.4.1	Visuelle Programmierung	283
10.4.2	Funktionale Programmierung	283
10.4.3	Logikprogrammierung	285
10.5	<i>Parallele und Echtzeitprogrammierung</i>	286
10.5.1	SIMD-Programmierung	286
10.5.2	MIMD-Programmierung	287
10.5.3	Echtzeitprogrammierung	287
10.6	<i>Anwendungssprachen und Skriptsprachen</i>	288
10.6.1	Datenbankprogrammierung	288
10.6.2	Betriebswirtschaftliche Programmierung	289
10.6.3	Skriptsprachen	291
<b>11</b>	<b>Datenkommunikation</b>	<b>293</b>
11.1	<i>Datennetze</i>	293
11.1.1	Aufbau von Datennetzen	294
11.1.2	Netzstrukturen	297
11.1.2.1	Topologische Strukturen	297
11.1.2.2	Logische Strukturen	298
11.1.3	Betriebsverfahren der Datenkommunikation	298
11.1.3.1	Belegungsstrategien der Übertragungskanäle	299
11.1.3.2	Methoden der richtungsabhängigen Informationsübermittlung	303
11.1.3.3	Kommunikationsarten	304
11.1.3.4	Vermittlungsprinzipien in Datennetzen	306
11.1.3.5	Synchronisationsverfahren	308
11.1.4	Fehlersicherung in Datennetzen	311
11.1.5	Darstellung von Kommunikationsabläufen	312
11.1.5.1	Kommunikationsprotokolle	312
11.1.5.2	Ablaufdiagramme	314
11.1.6	Übertragungssteuerung in Datennetzen	317



11.1.7	Weitverkehrsnetze (WAN)	318
11.1.7.1	Datenpaketnetze	319
11.1.7.2	Frame-Relay-Netze	322
11.1.7.3	Diensteintegrierende digitale Netze	324
11.1.7.4	xDSL-Zugangsnetze	331
11.1.8	Lokale Netze (LAN)	333
11.1.8.1	Grundlagen	333
11.1.8.2	Lokale Netze vom Ethernet-Typ	338
11.1.8.3	Drahtlose lokale Netze	340
11.1.8.4	Metropolitan Area Networks/Citynetze	342
11.1.8.5	Datenfunknetze	343
11.2	Rechnernetze	346
11.2.1	Grundbegriffe	346
11.2.2	OSI-Basisreferenzmodell	347
11.2.2.1	Mehrschichtenstruktur	347
11.2.2.2	Hauptfunktionen der OSI-Schichten	349
11.2.3	Anwendungsdienste in Rechnernetzen	353
11.2.3.1	File-Dienste	353
11.2.3.2	Telematikdienste	354
11.2.3.3	Directory-Dienst	355
11.2.3.4	Managementdienste	356
11.3	Internetworking	357
<b>12</b>	<b>Internet und Intranet</b>	<b>359</b>
12.1	Einführung	359
12.2	Entwicklung und Verwaltung	360
12.2.1	Geschichte	360
12.2.2	Gremien	361
12.3	Technologie	362
12.3.1	Routing	363
12.3.2	Domain Name Service DNS	365
12.3.3	Protokolle der Netzwerkschicht	366
12.3.4	Protokolle der Transportschicht	368
12.3.5	Mobile Computing	370
12.4	Anwendungen im Internet und Intranet	371
12.4.1	TELNET	372
12.4.2	SMTP	373
12.4.3	FTP	374
12.4.4	HTTP	374
12.4.5	Weitere Anwendungen	376
12.4.6	Sicherheit im Internet	379
12.5	World Wide Web	380
12.5.1	HTML	381
12.5.2	XML	383
12.5.3	Suchmaschinen	385
12.5.4	Client-Technologie	386
12.5.5	Server-Technologie	387

<b>13</b>	<b>Verteilte Systeme</b>	<b>389</b>
13.1	<i>Einleitung</i>	389
13.1.1	Definition und Abgrenzung	389
13.1.2	Nutzung verteilter Systeme	389
13.1.3	Transparenz	389
13.2	<i>Grundlegende verteilte Algorithmen</i>	391
13.2.1	Zeit in verteilten Systemen	391
13.2.1.1	Uhrensynchronisation	391
13.2.1.2	Logische Uhren und logische Zeit	391
13.2.2	Globale Zustände	392
13.2.3	Gegenseitiger Ausschluss	393
13.2.4	Wahl eines Anführers	394
13.2.5	Nachrichtenreihenfolgen	395
13.2.5.1	Totale Reihenfolge	395
13.2.5.2	Kausale Reihenfolge	395
13.2.6	Übereinstimmungsprobleme	396
13.2.7	Transaktionen	396
13.2.7.1	Eigenschaften	397
13.2.7.2	Nebenläufigkeitskontrolle	397
13.2.7.3	Verteilte Transaktionen	398
13.3	<i>Kommunikation in verteilten Systemen</i>	400
13.3.1	Client-Server-Kommunikation	400
13.3.2	Kommunikation über Sockets	400
13.3.2.1	Kommunikation über UDP	400
13.3.2.2	Kommunikation über TCP	401
13.3.2.3	Nachteile der Sockets	402
13.3.3	Prozedurfernaufruf (Remote Procedure Call)	403
13.3.4	Methodenfernaufruf	405
13.3.4.1	RMI	405
13.3.4.2	CORBA	406
13.4	<i>Verteilte Basisdienste</i>	408
13.4.1	Namens-, Verzeichnis- und Trading-Dienste	408
13.4.2	Dienste zur asynchronen Kommunikation	410
13.4.3	Verteilte Dateisysteme	411
13.4.4	Weitere Dienste	412
13.5	<i>Mehrschichtige Architektur verteilter Anwendungen</i>	412
13.5.1	Mehrschichtige Architekturmodelle	412
13.5.1.1	Zweischichtige Architektur	412
13.5.1.2	Dreischichtige Architektur	413
13.5.1.3	Vierschichtige Architektur	413
13.5.2	Enterprise Java Beans (EJB) als Beispiel einer Anwendungs- Server-Architektur	413
13.5.2.1	Aufbau einer EJB-Anwendung	414
13.5.2.2	Arten von Enterprise Beans	415
13.5.2.3	Funktionen eines EJB-Servers	416
<b>14</b>	<b>Datenbanken</b>	<b>418</b>
14.1	<i>Grundlagen</i>	418
14.1.1	Datenbankterminologie	418

14.1.2	Architektur eines Datenbank-Management-Systems	419
14.1.2.1	Anforderungen an ein DBMS	419
14.1.2.2	3-Schema-Architektur	419
14.1.3	Konzeptuelles Schema und Datenmodelle	420
14.1.3.1	Der Begriff des Datenmodells	420
14.1.3.2	Relationales und deduktives Datenmodell	420
14.1.3.3	Prärelationale Datenmodelle	423
14.1.3.4	Objektdatenmodell	423
14.1.3.5	Objektrelationales Datenmodell	424
14.1.3.6	Semantische Datenmodelle	425
14.2	<i>Informationsmodellierung, logischer Datenbankentwurf</i>	425
14.2.1	Modellierung konzeptueller Schemata	425
14.2.1.1	Informationsanalyse und Informationsstruktur	425
14.2.1.2	Informationsmodellierung mit einem semantischen Datenmodell	426
14.2.2	Logischer Entwurf: Ableitung von DB-Strukturen	427
14.2.2.1	Relationaler Datenbankentwurf	427
14.2.2.2	Objektdatenbankentwurf	428
14.2.3	Normalisierung	429
14.2.3.1	Funktionale Abhängigkeiten und die Normalformen 1NF und 2NF	430
14.2.3.2	3NF und BOYCE-CODD-Normalform (BCNF)	431
14.2.3.3	Mehrwertige Abhängigkeit und 4NF	431
14.2.3.4	Verbundabhängigkeit und 5NF	432
14.2.3.5	Zusammenfassung und weitere Normalisierungsaspekte	433
14.2.3.6	Datenbankentwurfs-Tuning	433
14.3	<i>Datenbanksprachen</i>	434
14.3.1	Überblick	434
14.3.1.1	Sprachtypen und Benutzerprofile	434
14.3.1.2	Integritätsanforderungen	434
14.3.1.3	Datenmodelle und Sprachen	435
14.3.2	Physischer Datenbankentwurf und Datendefinitionssprachen	435
14.3.2.1	Umsetzung von relationalen DB-Strukturen: SQL-DDL	435
14.3.2.2	Umsetzung von Objektstrukturen mit ODL	436
14.3.3	Anfrage- und Datenmanipulationssprachen	437
14.3.3.1	Sichten	437
14.3.3.2	Grundlagen für Anfragesprachen	437
14.3.3.3	Relationale Anfragesprachen	437
14.3.3.4	Der DML-Teil von SQL2	438
14.3.3.5	DML-Erweiterungen in SQL:1999	439
14.3.3.6	Anfrage und Manipulation von Objektdatenbanken	439
14.3.4	Datenadministrationssprachen (DAL)	440
14.3.4.1	Anforderungen an eine DAL	440
14.3.4.2	Der Datenadministrationsteil von SQL2	440
14.3.5	Datenbankanwendungsprogrammierung	441
14.3.5.1	Assertion und Trigger	441
14.3.5.2	Einbettungstechniken und Embedded SQL	441

14.3.5.3	Weitere Konzepte	442
14.3.5.4	Die Datenbankschnittstellen ODBC und JDBC	442
14.3.5.5	Tuning von SQL-Anwendungen	443
14.4	<i>Datenbanksysteme und Anwendungen</i>	444
14.4.1	Datenbanksystemarchitekturen	444
14.4.1.1	Zentrale Systeme und Client-Server-Systeme	444
14.4.1.2	Parallelrechnerarchitekturen	444
14.4.2	Relationale Datenbanksysteme	445
14.4.2.1	CODD'sche Regeln	445
14.4.2.2	Verfügbare Systeme	445
14.4.3	Objektdatenbanksysteme	446
14.4.3.1	Prinzipien von Objektdatenbanksystemen	446
14.4.3.2	Die ODB-Architektur der ODMG	446
14.4.3.3	Objektrationale Datenbanken	447
14.4.3.4	Verfügbare Systeme	447
14.4.4	Verteilte Datenbanken	448
14.4.4.1	Terminologie und Anforderungen	448
14.4.4.2	Kategorisierung verteilter DBMS	449
14.4.4.3	Fragmentierungsaspekte	449
14.4.5	Einsatzbereiche der Datenbanksysteme	450
14.4.6	Deduktive Datenbanksysteme	450
14.4.7	Aktive Datenbanksysteme	451
14.4.8	Spezielle Datenbankanwendungen	451
14.4.8.1	OLTP-Anwendungen	451
14.4.8.2	Information-Retrieval-Systeme	452
14.4.8.3	Geographische und räumliche Informationssysteme	452
14.5	<i>Implementierungstechniken</i>	453
14.5.1	Physische Organisation von Datenbanken	453
14.5.1.1	Datenbankpuffer	453
14.5.1.2	Interne Dateiorganisationsformen	453
14.5.1.3	Speicherstrukturen für Relationen	454
14.5.1.4	Speicherstrukturen für Objekt- und Multimediadatenbanken	454
14.5.2	Physische Unterstützung von DB-Zugriffen	454
14.5.2.1	Index-Strukturen	455
14.5.2.2	Balancierte Mehrwegbäume	455
14.5.2.3	Dynamische Hash-Organisationsformen	456
14.5.2.4	Strukturen für mehrdimensionale Daten	456
14.5.3	Ablaufintegrität und Zuverlässigkeit	457
14.5.3.1	Das Transaktionskonzept	457
14.5.3.2	Recovery-Techniken	458
14.5.3.3	Concurrency-Control-Techniken	460
14.5.3.4	Sperrgranulate und Intentsperren	461
14.5.3.5	Mehrbenutzersynchronisation in DDBMS mit 2PC	462
14.5.3.6	Weitergehende Synchronisationsanforderungen	462
14.5.3.7	Sicherheitsaspekte	462

14.6	<i>Neuere Datenbankanwendungen, Leistungsbewertungen</i> . . . . .	463
14.6.1	Benchmarks für Datenbanksysteme . . . . .	463
14.6.2	On-Line Analytical Processing (OLAP) und Data-Mining . . . . .	464
14.6.3	Data Warehouse- und Decision-Support-Systeme . . . . .	465
<b>15</b>	<b>Datenschutz und Datensicherheit</b> . . . . .	<b>467</b>
15.1	<i>Grundbegriffe</i> . . . . .	467
15.1.1	Schutzziele . . . . .	467
15.1.2	Angreifermodell . . . . .	468
15.1.3	Sicherheitsmanagement . . . . .	468
15.2	<i>Sicherheit einzelner Rechner</i> . . . . .	469
15.2.1	Physische Sicherheit . . . . .	469
15.2.2	Zugangskontrolle und Identifikation von Menschen durch IT-Systeme . . . . .	470
15.2.3	Zugriffskontrolle und Rechtevergabe . . . . .	471
15.2.4	Schutz vor Computerviren durch geringstmögliche Privilegierung . . . . .	471
15.3	<i>Sicherheit in verteilten Systemen</i> . . . . .	472
15.3.1	Kryptographie . . . . .	472
15.3.1.1	Symmetrisches kryptographisches Konzelationssystem . . . . .	472
15.3.1.2	Asymmetrisches kryptographisches Konzelations- system . . . . .	474
15.3.1.3	Symmetrisches kryptographisches Authentikations- system . . . . .	474
15.3.1.4	Asymmetrisches kryptographisches Authentikations- system . . . . .	475
15.3.1.5	Hybride Kryptosysteme . . . . .	476
15.3.1.6	Secure Sockets Layer (SSL) . . . . .	477
15.3.1.7	IPSec und IP Version 6 . . . . .	478
15.3.1.8	RSA . . . . .	479
15.3.2	Steganographie . . . . .	481
15.3.2.1	Symmetrisches steganographisches Konzelations- system . . . . .	481
15.3.2.2	Steganographisches Authentikationssystem . . . . .	482
15.3.3	Diversität als Verfügbarkeitsmaßnahme . . . . .	482
15.4	<i>Datenschutzfreundliche Technologien</i> . . . . .	483
15.4.1	Schutz des Empfängers durch Verteilung (Broadcast) . . . . .	483
15.4.2	Proxies . . . . .	484
15.4.3	Das Mix-Netz . . . . .	484
15.4.4	Das DC-Netz: Schutz des Senders . . . . .	485
15.4.5	Pseudonymität . . . . .	486
<b>16</b>	<b>Computer- und Multimediarecht</b> . . . . .	<b>489</b>
16.1	<i>Einleitung</i> . . . . .	489
16.1.1	Unsere Rechtsordnung im Überblick . . . . .	489
16.1.2	Gerichtbarkeit . . . . .	490
16.1.3	Wichtige Rechtsgebiete für Informatiker . . . . .	491
16.1.3.1	Anwendungsspezifische Rechtsvorschriften . . . . .	491
16.1.3.2	Anwendungsübergreifende Rechtsvorschriften . . . . .	491

16.2	<i>EDV-Vertragsrecht</i>	492
16.2.1	Allgemeines Vertragsrecht	492
16.2.2	Typische EDV-Verträge	493
16.3	<i>Schutz des geistigen Eigentums</i>	495
16.3.1	Überblick	495
16.3.2	Schutz von Computerprogrammen	496
16.3.2.1	Entwicklung des Softwareschutzes	496
16.3.2.2	Besondere Regelungen über den Schutz von Computerprogrammen	496
16.3.2.3	Besondere Regelungen über den Schutz von Datensammlungen und Datenbanken	497
16.4	<i>Datenschutzrecht</i>	498
16.4.1	Bundesdatenschutzgesetz	498
16.4.2	Bereichsspezifischer Datenschutz	500
16.5	<i>Multimedia- bzw. Internet-Recht</i>	501
<b>17</b>	<b>Mensch-Computer-Interaktion</b>	<b>502</b>
17.1	<i>Was ist Mensch-Computer-Interaktion</i>	502
17.2	<i>Kognitive Grundlagen</i>	503
17.2.1	Wahrnehmung	503
17.2.2	Behalten und Vergessen	504
17.2.3	Schlussfolgerndes Denken	505
17.2.4	Aufmerksamkeit, Gedächtnis, Wiedererkennen	506
17.3	<i>Entwurf und Spezifikation</i>	508
17.3.1	Benutzer- und Benutzungsmodelle	508
17.3.2	Prinzipien und Richtlinien	509
17.3.2.1	Benutzer- und Aufgabenprofile	509
17.3.2.2	Informationsdarstellungen	511
17.3.2.3	Informationseingaben	512
17.3.3	Interaktionsstile	512
17.3.3.1	Kommandos	512
17.3.3.2	Menüs	513
17.3.3.3	Dialoge und Formulare	513
17.3.3.4	Direkte Manipulation	514
17.3.4	Formale Spezifikationen	514
17.4	<i>Implementierung und Evaluierung</i>	515
17.4.1	Mehrschichtige Implementierungskonzepte	515
17.4.2	Evaluierung von Benutzungsschnittstellen	516
<b>18</b>	<b>Computergrafik</b>	<b>518</b>
18.1	<i>Computergrafik als Teilgebiet der grafischen Datenverarbeitung</i>	518
18.2	<i>Datenmodelle für geometrische Objekte</i>	519
18.2.1	Darstellung von Kurven	519
18.2.2	Darstellung von Flächen	521
18.2.3	Fraktale Modelle	522
18.2.4	Darstellung von Körpern	523
18.2.4.1	Kantenmodell	523
18.2.4.2	Flächenmodelle	523

	18.2.4.3	Translationskörper	524
	18.2.4.4	Zusammensetzen von Teilkörpern	524
18.3		<i>Algorithmen der Computergrafik</i>	525
	18.3.1	Geometrische Transformationen	525
	18.3.2	Darstellung von geometrischen Objekten	527
	18.3.2.1	Rasterkonvertierung und Alias-Effekte	527
	18.3.2.2	Ermittlung sichtbarer Flächen	529
	18.3.3	Fotorealistische Darstellungen	531
	18.3.3.1	Beleuchtungsmodelle	531
	18.3.3.2	Schattierung von Polygonen	532
	18.3.4	Modellierung von Oberflächen	534
18.4		<i>Programmierung von Grafiksystemen</i>	535
	18.4.1	Standardisierung der Programmierung	535
	18.4.2	Datenaustausch zwischen Grafiksystemen	536
<b>19</b>		<b>Bildverarbeitung</b>	<b>538</b>
19.1		<i>Grundbegriffe</i>	538
19.2		<i>Bildtransformationen für die Bildbearbeitung</i>	542
	19.2.1	Skalierung im Farbbereich	543
	19.2.2	Rangordnungsoperatoren	543
	19.2.3	Faltung	544
	19.2.4	Diskrete Bildapproximation	544
	19.2.5	FOURIER-Transformation	545
	19.2.6	Differenzenoperatoren	547
	19.2.7	Geometrische Transformationen	548
19.3		<i>Bildverbesserung</i>	548
	19.3.1	Kontrast, Helligkeit	549
	19.3.2	Glätten	550
	19.3.3	Kantenverstärkung	551
19.4		<i>Bildanalyse</i>	551
	19.4.1	Regionenorientierte Segmentierung	552
	19.4.2	Kanten- und Linienextraktion	553
<b>20</b>		<b>Multimedia</b>	<b>556</b>
20.1		<i>Grundbegriffe</i>	556
	20.1.1	Begriffsbildung	556
	20.1.2	Medientypen	557
	20.1.3	Verarbeitungskomponenten und Kompositionen	557
	20.1.4	Benutzerschnittstellen und Dialogablauf	559
20.2		<i>Modellierung und Dokumente</i>	559
	20.2.1	Objektorientierte Modellbildung	559
	20.2.2	Multimediale Präsentation	560
	20.2.3	Multimediale Dokumente	563
	20.2.4	Hypertext und Hypermedia	564
20.3		<i>Hardware für Multimedia</i>	565
	20.3.1	Datenkompression	566
	20.3.2	Geräteplattformen	570
	20.3.3	Multimediale Peripherie	571
	20.3.4	Vernetzte Strukturen	573

20.4	<i>Software für Multimedia</i> .....	574
20.4.1	Elektronisches Publizieren .....	575
20.4.1.1	Entwicklerwerkzeuge .....	576
20.4.1.2	Spezielle Editierwerkzeuge .....	578
20.4.1.3	Autorensysteme .....	579
20.4.2	Präsentationssysteme .....	580
20.4.2.1	Runtime-Systeme .....	580
20.4.2.2	Media-Viewer, Browser, Reader und Plugins .....	581
20.4.2.3	Digitales Fernsehen .....	583
20.4.3	Elektronisches Kommunizieren .....	584
20.4.3.1	Mail-Systeme, News-Systeme, Chat-Systeme .....	585
20.4.3.2	Ton-/Video-Konferenzen und Application Sharing .....	585
<b>21</b>	<b>Wissensverarbeitung</b> .....	<b>588</b>
21.1	<i>Wissensverarbeitung und Künstliche Intelligenz</i> .....	588
21.2	<i>Heuristische Suche</i> .....	589
21.2.1	Zustandsraum und Suchbaum .....	589
21.2.2	Uninformierte Suchverfahren .....	590
21.2.3	Heuristische Suchverfahren .....	592
21.2.4	Optimierungsprobleme .....	593
21.2.4.1	Optimale Suchverfahren .....	593
21.2.4.2	Der A*-Algorithmus .....	594
21.3	<i>Wissensverarbeitung mit Logik</i> .....	594
21.4	<i>Regelsysteme</i> .....	595
21.4.1	Aufbau eines Regelsystems .....	595
21.4.2	Die Rückwärtsverkettung .....	597
21.4.3	Die Vorwärtsverkettung .....	597
21.4.4	Konfliktlösung .....	598
21.5	<i>Weitere Wissensrepräsentationsformalismen</i> .....	599
21.5.1	Semantische Netze .....	599
21.5.2	Frames .....	600
21.5.3	Constraint-Netze .....	600
21.6	<i>Unvollständiges Wissen</i> .....	601
21.6.1	Nichtmonotone Logiken .....	601
21.6.2	Begründungsverwaltung .....	602
21.7	<i>Unsicheres Wissen</i> .....	604
21.7.1	Wahrscheinlichkeiten .....	604
21.7.2	BAYES'sche Netze .....	605
21.8	<i>Fuzzy-Logik</i> .....	608
21.8.1	Fuzzy-Menge und Fuzzy-Logik .....	608
21.8.2	Fuzzy Control .....	609
21.9	<i>Künstliche neuronale Netze</i> .....	611
21.9.1	Allgemeines Modell .....	612
21.9.2	Das Perzeptron .....	614
21.9.2.1	Aufbau des Perzeptrons .....	614
21.9.2.2	Die Lernregel für das Perzeptron .....	615



21.9.3	Mehrschicht-Perzeptron	616
21.9.3.1	Formales Modell	616
21.9.3.2	Lernregel (Backpropagation)	616
21.10	Ausblick	618
<b>22</b>	<b>Modellbildung und Simulation</b>	<b>619</b>
22.1	Grundlagen	619
22.1.1	Definitionen: Prozesse, Systeme, Modelle	619
22.1.2	Simulationsmodelle	620
22.1.2.1	Analytische Modelle	620
22.1.2.2	Numerische Modelle	621
22.1.3	Programmierung von Simulationsmodellen	623
22.1.3.1	Simulation mit textueller Modelleingabe	623
22.1.3.2	Simulation mit grafischer Modelleingabe	623
22.1.4	Testen von Simulationsmodellen	624
22.2	Modellbildung	625
22.2.1	Physikalische Modellbildung	625
22.2.1.1	Energieflüsse und Energieerhaltungsprinzip	625
22.2.1.2	Bondgraphen-Modelle	626
22.2.1.3	Ikonsche Modelle	627
22.2.2	Experimentelle Systemanalyse	628
22.2.2.1	Systemidentifikation	628
22.2.2.2	Fehlermodelle	629
22.3	Modellbildungstools	629
22.3.1	Anforderungen an Modellbildungstools	629
22.3.2	Objektorientierte Modellbildung	630
22.3.2.1	Klassenkonzept der Modellierungssprache Modelica	630
22.3.2.2	Modellierungsbeispiel	631
22.4	Simulationsanwendungen	632
22.4.1	Simulation bei der Entwicklung von Steuerungssoftware	632
22.4.2	Ablaufsimulation (Fertigung, Workflow)	634
22.4.3	Prozesssimulation (Anlagentechnik)	635
22.4.4	Simulatoren	635
<b>23</b>	<b>Steuerungssysteme</b>	<b>636</b>
23.1	Steuerungssysteme und Prozesse	636
23.1.1	Grundstrukturen	636
23.1.2	Ein- und Ausgabe über Sensoren und Aktoren	637
23.2	Eigenschaften dynamischer Systeme	638
23.2.1	Allgemeine Systemeigenschaften	638
23.2.2	Zeitkontinuierliche Systemtypen und ihre Softwaremodelle	640
23.3	Informationsverarbeitung in Steuerungssystemen	643
23.3.1	Primäraufbereitung digitaler Signale	643
23.3.2	Steuerung, Stabilisierung und Regelung	645
23.4	Implementation von Steuerungssystemen	648
23.4.1	Hardware- und Systembasis	648
23.4.2	Echtzeitverhalten	651
23.4.3	Anwendersoftware und Entwicklungswerkzeuge	653
23.4.4	Softwarearchitekturen für vernetzte Systeme	656

<b>24</b>	<b>Standardanwendungen</b>	<b>660</b>
24.1	<i>Anwendungstypen und Einsatzbereiche</i>	660
24.2	<i>Entwicklung/Tendenzen</i>	662
24.3	<i>Desktops und Standardsoftware</i>	662
24.4	<i>Lizenzmodelle</i>	662
24.5	<i>Textverarbeitung</i>	663
24.5.1	Grundfunktionen	663
24.5.2	Dokumentstruktur	665
24.5.3	Erweiterter Funktionsbereich	666
24.5.3.1	Layout-Funktionen und Vorlagen	667
24.5.3.2	Sonstige Erweiterungen	668
24.6	<i>Tabellenkalkulation</i>	669
24.6.1	Anwendungsbereiche	670
24.6.2	Grundoperationen	670
24.6.3	Formeln und Funktionen	670
24.6.4	Zellenformate	672
24.6.5	Tabellengestaltung	673
24.6.6	Erweiterter Funktionsbereich	673
24.6.7	Diagrammerstellung	675
24.7	<i>Grafik und Präsentation</i>	675
24.7.1	Typisierung	675
24.7.2	Präsentationsprogramme	676
24.8	<i>Datenaustausch und Automatisierung</i>	676
24.8.1	Zwischenablage	677
24.8.2	Import- und Exportfilter	677
24.8.3	Datenbankanbindung	677
24.8.4	Automatisierung	678
24.8.5	Makro-Programmierung	678
24.9	<i>Dateiformate</i>	679
24.9.1	Standardformate	681
24.9.2	XML	681
<b>25</b>	<b>Betriebliche Informationssysteme</b>	<b>683</b>
25.1	<i>Innerbetriebliche Informationssysteme</i>	683
25.1.1	Aufgabenbereiche	683
25.1.2	Teilsysteme betrieblicher Informationsverarbeitung	684
25.1.3	Spezielle Branchensysteme	686
25.1.4	Integration von Informationssystemen	688
25.1.5	Beispiele	690
25.2	<i>Zwischenbetriebliche Informationssysteme</i>	692
25.2.1	Ansatz, Ziele und Risiken	692
25.2.2	Electronic Data Interchange (EDI)	693
25.2.3	Supply Chain Management	695
25.3	<i>Electronic Business</i>	696
25.3.1	Begriffe und technologische Grundlagen	696
25.3.2	Anwendungen im B2C	698
25.3.3	Anwendungen im B2B	700

25.4	<i>Management betrieblicher Informationssysteme</i> .....	702
25.4.1	Informationsmanagement .....	702
25.4.2	Projektmanagement .....	705
	<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>708</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>741</b>
	<b>Sachwortverzeichnis</b> .....	<b>776</b>