

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Informatik</b>	<b>23</b>
1.1	<i>Gegenstand</i>	23
1.2	<i>Teilgebiete der Informatik</i>	24
1.2.1	Technische Informatik	24
1.2.2	Praktische Informatik	25
1.2.3	Theoretische Informatik	26
1.2.4	Angewandte Informatik	27
1.2.4.1	Allgemeine Anwendungen	27
1.2.4.2	Spezielle Anwendungen	28
1.3	<i>Historische Entwicklung</i>	28
1.3.1	Erste Rechenhilfen	28
1.3.2	Mechanische Rechenmaschinen	29
1.3.3	Programmgesteuerte Automaten	29
1.3.4	Computer	30
1.3.5	Computergenerationen	31
1.4	<i>Informatik und Gesellschaft</i>	32
1.4.1	Die Informationsgesellschaft	32
1.4.2	Ausbildung	33
1.4.3	Fachverbände	34
1.4.4	Normungsgremien	35
<b>2</b>	<b>Informationsdarstellung</b>	<b>38</b>
2.1	<i>Information</i>	38
2.2	<i>Daten, Zeichen, Maschinenwort</i>	38
2.2.1	Konzept	38
2.2.2	Darstellung und Quantisierung	39
2.2.3	Codierung	41
2.3	<i>Zahldarstellung</i>	44
2.3.1	Stellenwertsysteme	44
2.3.2	Konvertierungsverfahren	47
2.3.3	Zifferndarstellung im dichten Binärkode	48
2.3.4	Festkommazahlen	48
2.3.5	Gleitkommazahlen	50
2.4	<i>Darstellung von Zeichensätzen</i>	53
2.5	<i>Befehlsdarstellung</i>	55
2.5.1	Struktur von Maschinenbefehlen, Befehlssatz	55
2.5.2	Befehlsformate	57
2.5.3	Adressierungsarten	58
2.6	<i>Datenaustausch</i>	59
2.6.1	Byteordnung	59
2.6.2	Datenkompression	60
2.6.3	Datenaustauschformate	66
<b>3</b>	<b>Computer</b>	<b>73</b>
3.1	<i>Grundbegriffe</i>	73
3.1.1	Beschreibungsniveaus	73
3.1.2	Komponenten/Baugruppen	74

3.2	<i>Logische Schaltungen</i>	75
3.2.1	Verknüpfungsglieder	75
3.2.2	Schaltnetze	78
3.2.3	Speicherglieder	84
3.2.4	Schaltwerke	88
3.3	VON-NEUMANN-Rechnerkonzept	90
3.4	<i>Hauptkomponenten von Computern</i>	91
3.4.1	Arithmetisch-logische Einheit (ALU)	91
3.4.2	Hauptspeicher und Cache	93
3.4.3	Steuerwerk	98
3.4.4	Ein-/Ausgabe	98
3.4.5	Grafik-Subsystem	100
3.4.6	PC-Bushierarchie	102
3.4.7	Industrielle Bussysteme	106
3.5	<i>Alternative Rechnerkonzepte</i>	107
3.5.1	Nutzung von Parallelität	107
3.5.2	Datenflussarchitekturen	109
3.5.3	SIMD-Architekturen	109
3.5.4	MIMD-Architekturen	110
3.5.5	Multicore-Architekturen	111
3.5.6	Spezialarchitekturen	112
3.5.7	Echtzeitsysteme	113
3.6	<i>Rechnersysteme</i>	113
3.6.1	Supercomputer	114
3.6.2	Mainframes	114
3.6.3	Workstations	115
3.6.4	PC/NC	115
3.6.5	Mikrocontroller	116
3.6.6	Mobile Computer (Mobile Computing)	116
3.6.7	Pervasive/Ubiquitous Computing	117
3.6.8	Verlustleistungsbetrachtung	117
<b>4</b>	<b>Externe Speicher</b>	<b>119</b>
4.1	<i>Grundlagen, Speicherhierarchie und externe Speicher</i>	119
4.2	<i>Systematisierung nach dem physikalischen Prinzip</i>	121
4.2.1	Mechanische und bedruckte Speichermedien	121
4.2.2	Magnetische Speichermedien	122
4.2.2.1	Grundprinzip	122
4.2.2.2	Disketten	123
4.2.2.3	Festplatten	123
4.2.2.4	RAID-Systeme	125
4.2.2.5	Magnetische Wechselmedien	126
4.2.2.6	Magnetbänder	127
4.2.3	Optische Speichermedien	128
4.2.3.1	CD-Varianten	129
4.2.3.2	Magneto-optische Speicher	135
4.2.3.3	WORM	136
4.2.4	Mikroelektronische (Massen-)Speichermedien	136
4.2.4.1	Chipkarten mit Mikroprozessoren	136

4.2.4.2	Flash-Speicherkarten und Memory-Sticks	136
4.2.4.3	Solid State Drive (SSD)	137
4.2.4.4	RFID (Radio Frequency Identification)	138
4.3	<i>Systematisierung nach der Zugriffs- und Anwendungshierarchie</i>	140
4.4	<i>Speichernetze</i>	141
4.4.1	Network Attached Storage (NAS)	141
4.4.2	Storage Area Network (SAN)	142
<b>5</b>	<b>Periphere Geräte</b>	<b>143</b>
5.1	<i>Zeichen- und Bildeingabe</i>	143
5.1.1	Tastaturen und Grafiktablets	143
5.1.2	Scanner und optische Markierungs- und Schriftenleser	144
5.1.3	Digitale Fotoapparate und Videokameras	147
5.2	<i>Zeigergeräte</i>	149
5.2.1	Maus, Trackball, Touchpad, Joysticks	149
5.2.2	Spezielle multimediale Eingabegeräte	149
5.2.3	Touch-Screens und Lichtgriffel	150
5.3	<i>Optische Ausgaben</i>	151
5.3.1	Monitore	151
5.3.1.1	CRT-Monitor	152
5.3.1.2	Flachdisplay	152
5.3.2	Großdisplays und Projektoren	154
5.3.3	3D-Bildschirme	154
5.3.4	Elektronisches Papier	155
5.4	<i>Druckausgaben</i>	156
5.4.1	Allgemeines	156
5.4.2	Nadeldrucker	157
5.4.3	Laserdrucker	157
5.4.4	Tintenstrahldrucker	159
5.4.5	Thermodrucker	160
5.5	<i>Multifunktionsgeräte</i>	162
5.6	<i>Akustische Ein- und Ausgaben</i>	162
5.6.1	Spracherkennung	162
5.6.2	Erfassung von Audio-Signalen	163
5.6.3	Ausgabe von Audio-Signalen	163
5.7	<i>Virtual Reality, Wearable Computing und Augmented Computing</i>	164
5.7.1	Begriffe	164
5.7.2	Peripherie im Umfeld von VR/AR	166
5.8	<i>Mobile Peripherie</i>	169
<b>6</b>	<b>Algorithmen und Datenstrukturen</b>	<b>171</b>
6.1	<i>Algorithmusbegriff</i>	171
6.1.1	Darstellungsformen für Algorithmen	172
6.1.1.1	Programmablaufplan	172
6.1.1.2	Struktogramm	172
6.1.1.3	Pseudocode	172
6.1.2	Grundelemente der Algorithmenbeschreibung durch Pseudocode	173
6.1.2.1	Variable, Ausdrücke und Zuweisungen	173
6.1.2.2	Kontrollstrukturen	174
6.1.2.3	Prozeduren und Funktionen	176

6.1.2.4	Komplexe Datentypen	176
6.1.2.5	Rekursion	178
6.1.3	Eigenschaften von Algorithmen	178
6.1.3.1	Korrektheit	178
6.1.3.2	Komplexität	179
6.2	<i>Grundlegende Datenstrukturen</i>	179
6.2.1	Sequenzielle Datenstrukturen	180
6.2.1.1	Abstrakte Operationen	180
6.2.1.2	Realisierung sequenzieller Datenstrukturen durch Felder	180
6.2.1.3	Verkettete Liste	181
6.2.1.4	Stapelspeicher	182
6.2.1.5	Warteschlange	183
6.2.2	Nichtsequenzielle Datenstrukturen	183
6.2.2.1	Allgemeine Graphen	183
6.2.2.2	Graphalgorithmen	184
6.2.2.3	Bäume	186
6.3	<i>Suchalgorithmen und assoziativer Speicher</i>	187
6.3.1	Abstrakte Operationen	187
6.3.2	Direkte Implementierung durch sequenzielle Datenstrukturen	187
6.3.3	Streutabellen (Hashing)	188
6.3.4	Binäre Suchbäume	189
6.4	<i>Sortieren auf Feldern</i>	190
6.4.1	Naive Sortierverfahren	191
6.4.2	Effiziente Sortierverfahren	191
6.5	<i>Evolutionäre und genetische Algorithmen</i>	193
<b>7</b>	<b>Programmiersprachen</b>	<b>195</b>
7.1	<i>Grundlagen</i>	195
7.1.1	Syntax und Semantik	195
7.1.2	Verarbeitung von Programmiersprachen	196
7.1.3	Klassifizierung von Programmiersprachen	197
7.2	<i>Prozedurale Programmierung</i>	198
7.2.1	Elementare Datentypen	199
7.2.2	Kontrollstrukturen	199
7.2.3	Komplexe Datentypen	200
7.3	<i>Objektorientierte Programmierung</i>	202
7.3.1	Klassen	203
7.3.2	Vererbung	204
7.3.3	Schnittstellen	205
7.3.4	Klassenbibliotheken	206
7.3.5	Hybride objektorientierte Sprachen	207
7.4	<i>Nichtprozedurale Programmierung</i>	208
7.4.1	Visuelle Programmierung	208
7.4.2	Funktionale Programmierung	208
7.4.3	Logikprogrammierung	210
7.5	<i>Parallele und Echtzeitprogrammierung</i>	211
7.5.1	SIMD-Programmierung	211

7.5.2	MIMD-Programmierung . . . . .	212
7.5.3	Echtzeitprogrammierung . . . . .	213
7.6	<i>Anwendungssprachen und Skriptsprachen</i> . . . . .	214
7.6.1	Datenbankprogrammierung . . . . .	215
7.6.2	Betriebswirtschaftliche Programmierung . . . . .	215
7.6.3	Skriptsprachen . . . . .	217
7.6.4	Programmierung von Steuerungssystemen . . . . .	219
<b>8</b>	<b>Software Engineering</b> . . . . .	<b>220</b>
8.1	<i>Überblick und Einordnung</i> . . . . .	220
8.2	<i>Vorgehensmodelle</i> . . . . .	222
8.2.1	Software-Entwicklungsphasen . . . . .	222
8.2.2	Definition Vorgehensmodelle . . . . .	225
8.2.3	Plangetriebene Vorgehensmodelle . . . . .	226
8.2.4	Agile Modelle . . . . .	229
8.2.5	Auswahl und Anpassung der Vorgehensmodelle . . . . .	231
8.3	<i>Objektorientierte Modellierung</i> . . . . .	231
8.3.1	Methodische Einordnung . . . . .	231
8.3.2	Definitionen . . . . .	232
8.3.3	UML als Modellierungssprache . . . . .	233
8.3.4	Objektorientierte Analyse und -design . . . . .	240
8.4	<i>Requirement Engineering</i> . . . . .	242
8.4.1	Begriffsklärung und Einordnung . . . . .	242
8.4.2	Merkmale guter Anforderungen . . . . .	244
8.4.3	Arten der Anforderungsspezifikation . . . . .	245
8.5	<i>Software-Qualitätsmanagement</i> . . . . .	246
8.5.1	Begriffsklärung und Einordnung . . . . .	246
8.5.2	Prozessverbesserung . . . . .	247
8.6	<i>Testen</i> . . . . .	248
8.6.1	Grundlagen . . . . .	248
8.6.2	Testaktivitäten . . . . .	249
8.6.3	Methoden zur Testfallermittlung . . . . .	250
8.6.4	Statischer Test . . . . .	253
8.7	<i>Konfigurations- und Änderungsmanagement</i> . . . . .	253
8.8	<i>Softwaremanagement</i> . . . . .	254
8.8.1	Begriffsbestimmung . . . . .	254
8.8.2	Projekt- und Risikomanagement . . . . .	255
8.8.3	Produktmanagement . . . . .	256
8.9	<i>Tool-Unterstützung</i> . . . . .	257
<b>9</b>	<b>Betriebssysteme</b> . . . . .	<b>258</b>
9.1	<i>Überblick und Einordnung</i> . . . . .	258
9.1.1	Anforderungen und Aufgaben . . . . .	258
9.1.2	Klassifikation . . . . .	259
9.2	<i>Architektur von Betriebssystemen</i> . . . . .	260
9.2.1	Entwurfskriterien . . . . .	260
9.2.2	Hauptkomponenten . . . . .	260
9.2.3	Architekturmodelle . . . . .	261
9.2.4	Schnittstellen . . . . .	263

9.3	<i>Prozesse</i> . . . . .	264
9.3.1	Prozesskonzept . . . . .	264
9.3.2	Verwaltung paralleler Prozesse . . . . .	265
9.3.2.1	Prozesszustände . . . . .	265
9.3.2.2	Prozessbeschreibung . . . . .	266
9.3.2.3	Prozesswechsel . . . . .	267
9.3.2.4	Threads . . . . .	268
9.3.3	Koordinierung paralleler Prozesse . . . . .	269
9.3.3.1	Wechselwirkungen zwischen Prozessen . . . . .	269
9.3.3.2	Konkurrenz zwischen Prozessen . . . . .	270
9.3.3.3	Kooperation von Prozessen . . . . .	272
9.4	<i>Betriebsmittel</i> . . . . .	275
9.4.1	Klassifikation . . . . .	275
9.4.2	Verwaltung . . . . .	276
9.4.3	Verklebungen . . . . .	277
9.5	<i>Speicherverwaltung</i> . . . . .	279
9.5.1	Aufgaben . . . . .	279
9.5.2	Einfache Speicherverwaltung . . . . .	280
9.5.3	Verfahren bei Speichermangel . . . . .	280
9.5.3.1	Swapping . . . . .	281
9.5.3.2	Virtueller Speicher . . . . .	281
9.6	<i>Ein-/Ausgabe-System</i> . . . . .	284
9.6.1	Anforderungen und Struktur . . . . .	284
9.6.2	Physisches Ein-/Ausgabe-System . . . . .	284
9.6.3	Logisches Eingabe-/Ausgabe-System . . . . .	285
9.7	<i>Dateiverwaltung</i> . . . . .	286
9.7.1	Dateikonzept . . . . .	286
9.7.2	Dateiorganisation . . . . .	286
9.7.3	Speicherplatzzuordnung und -verwaltung . . . . .	287
9.7.4	Verzeichnisse . . . . .	287
9.7.5	Datenträger-Organisation . . . . .	288
9.7.6	Sicherheit und Zugriffsschutz . . . . .	289
9.7.7	Leistungsverbesserungen . . . . .	290
9.7.8	Systemdienste zur Dateiverwaltung . . . . .	290
9.8	<i>Einsatz von Betriebssystemen</i> . . . . .	291
9.8.1	Installation und Konfigurierung . . . . .	291
9.8.2	Boot-Vorgang . . . . .	291
9.8.3	Administration . . . . .	292
9.8.4	Leistungsbewertung . . . . .	292
9.8.5	Schutz und Sicherheit . . . . .	293
9.8.6	Virtualisierung von Betriebssystemumgebungen . . . . .	294
9.8.7	Betriebssysteme für spezielle Einsatzgebiete . . . . .	295
9.8.7.1	Echtzeitbetriebssysteme . . . . .	295
9.8.7.2	Betriebssysteme für mobile Geräte . . . . .	297
9.8.7.3	Netzwerk-Betriebssysteme . . . . .	297
9.8.7.4	Verteilte Systeme . . . . .	298
9.8.7.5	Betriebssysteme für Parallelrechner . . . . .	298
9.9	<i>Fallstudien universeller Betriebssysteme</i> . . . . .	299

---

<b>10</b>	<b>Datenkommunikation</b>	<b>302</b>
10.1	<i>OSI-Basisreferenzmodell der ISO</i>	302
10.1.1	Hierarchische Mehrschichtenstrukturierung	302
10.1.2	Dienstmodell	304
10.1.3	Hauptfunktionen der OSI-Schichten	305
10.2	<i>Datennetze</i>	307
10.2.1	Aufbau von Datennetzen	309
10.2.2	Netzstrukturen	310
10.2.3	Betriebsverfahren der Datenkommunikation	312
10.2.3.1	Belegungsstrategien der Übertragungskanäle	312
10.2.3.2	Methoden der richtungsabhängigen Informationsübermittlung	314
10.2.3.3	Kommunikationsarten	315
10.2.3.4	Vermittlung in Datennetzen	316
10.2.3.5	Synchronisationsverfahren	318
10.2.4	Fehlersicherung in Datennetzen	321
10.2.5	Übertragungssteuerung in Datennetzen	322
10.2.6	Weitverkehrsnetze (WAN)	322
10.2.6.1	Datenpaketnetze	323
10.2.6.2	Frame-Relay-Netze	326
10.2.6.3	Diensteintegrierende digitale Netze	327
10.2.6.4	xDSL-Zugangsnetze	331
10.2.7	Lokale Netze (LAN)	333
10.2.7.1	Grundlagen	333
10.2.7.2	Lokale Netze vom Ethernet-Typ	336
10.2.7.3	Drahtlose lokale Netze	339
10.2.7.4	Metropolitan Area Networks/Citynetze	341
10.2.7.5	Datenfunknetze	341
10.3	<i>Vermittlung in Datennetzen</i>	344
10.3.1	Grundlagen	344
10.3.2	Protokolle der Vermittlungsschicht	346
10.3.2.1	Internetprotokolle	346
10.3.2.2	Adressierung	351
10.3.2.3	ITU-T X.25	354
10.4	<i>Datenkommunikation mit Ende-zu-Ende-Signifikanz</i>	355
10.4.1	Transmission Control Protocol TCP	356
10.4.2	User Datagram Protocol UDP	359
<b>11</b>	<b>Internet und Intranet</b>	<b>361</b>
11.1	<i>Einführung</i>	361
11.2	<i>Entwicklung und Verwaltung</i>	362
11.2.1	Geschichte	362
11.2.2	Gremien	363
11.2.3	Standardisierung im Internet	364
11.3	<i>Technologie</i>	364
11.3.1	Netzwerktechnologie	364
11.3.2	Internet-Zugang	365
11.3.3	Domain Name Service DNS	367

11.3.4	Ressourcen im Internet	368
11.3.5	Multipurpose Internet Mail Extension MIME	368
11.4	<i>Anwendungen im Internet und Intranet</i>	370
11.4.1	TELNET	370
11.4.2	SSH	371
11.4.3	SMTP	371
11.4.4	FTP und SFTP	372
11.4.5	HTTP	373
11.4.6	Voice over IP (VoIP)	374
11.4.7	Media Streaming im Internet	376
11.4.8	Weitere Anwendungen im Internet	377
11.5	<i>Verteilte Anwendungen im Internet</i>	379
11.5.1	Verteilte Benutzungsschnittstellen	379
11.5.2	Verteilte Datenhaltung	380
11.5.3	Grid Computing und Cloud Computing	381
11.5.4	E-Learning	382
11.6	<i>World Wide Web</i>	384
11.6.1	Technologie	385
11.6.2	HTML	386
11.6.3	XML-Anwendungen	388
11.6.4	Suchmaschinen	389
11.6.5	Web 2.0	390
11.6.6	Semantic Web	392
11.7	<i>Sicherheit im Internet</i>	393
11.7.1	Viren, Würmer und Trojaner	393
11.7.2	Andere Angriffsszenarien	394
11.7.3	Abwehrszenarien	395
11.8	<i>Client-Server-Technologie im Internet</i>	397
<b>12</b>	<b>Verteilte Systeme und Entwicklung verteilter Anwendungen</b>	<b>400</b>
12.1	<i>Einleitung</i>	400
12.1.1	Definition und Abgrenzung	400
12.1.2	Nutzung verteilter Systeme	400
12.1.3	Transparenz	401
12.2	<i>Kommunikation in verteilten Systemen</i>	402
12.2.1	Client-Server-Kommunikation	402
12.2.2	Kommunikation über Sockets	403
12.2.2.1	Kommunikation über UDP	403
12.2.2.2	Kommunikation über TCP	404
12.2.2.3	Nachteile der Sockets	405
12.2.3	Prozedurfernaufruf (Remote Procedure Call)	406
12.2.4	Methodenfernaufruf	407
12.2.4.1	RMI	408
12.2.4.2	CORBA	410
12.2.4.3	Auskunfts- und Verzeichnisdienste	411
12.2.5	Asynchrone Kommunikation	413
12.3	<i>Entwicklung verteilter Anwendungen</i>	414
12.3.1	Mehrschichtige Architekturmodelle	414
12.3.1.1	Zweischichtige Architektur	415



12.3.1.2	Dreischichtige Architektur	415
12.3.1.3	Vierschichtige Architektur	415
12.3.2	Enterprise Java Beans (EJB)	416
12.3.2.1	Arten von Enterprise Java Beans	416
12.3.2.2	Session Beans	418
12.3.2.3	Clients von Session Beans	420
12.3.2.4	Entities	421
12.3.2.5	Funktionen eines EJB-Servers	421
12.3.3	Webbasierte Anwendungen mit Servlets, Java Server Pages und Java Server Faces	422
12.3.3.1	Java Servlets	422
12.3.3.2	Java Server Pages (JSP)	425
12.3.3.3	Java Server Faces (JSF)	426
12.3.3.4	AJAX	427
12.4	<i>Grundlegende Aspekte verteilter Systeme</i>	428
12.4.1	Zeit in verteilten Systemen	428
12.4.1.1	Uhrensynchronisation	428
12.4.1.2	Logische Uhren und logische Zeit	428
12.4.2	Globale Zustände	430
12.4.3	Gegenseitiger Ausschluss	431
12.4.4	Wahl eines Anführers	431
12.4.5	Nachrichtenreihenfolgen	432
12.4.5.1	Totale Reihenfolge	432
12.4.5.2	Kausale Reihenfolge	433
12.4.6	Übereinstimmungsprobleme	433
12.4.7	Transaktionen	434
12.4.7.1	Eigenschaften	434
12.4.7.2	Nebenläufigkeitskontrolle	435
12.4.7.3	Verteilte Transaktionen	435
12.5	<i>Peer-to-Peer-Systeme</i>	437
12.5.1	Definition und Einsatzgebiete	438
12.5.2	Klassifikation von Peer-to-Peer-Systemen	438
12.5.3	Beispiele für Peer-to-Peer-Systeme	439
12.5.3.1	Beispiele für unstrukturierte Systeme	439
12.5.3.2	Beispiele für strukturierte Systeme	440
<b>13</b>	<b>Datenbanken</b>	<b>441</b>
13.1	<i>Grundlagen</i>	441
13.1.1	Terminologie	441
13.1.2	Merkmale eines DBMS	442
13.1.3	Architektur eines Datenbanksystems	443
13.1.4	Benutzerrollen in einem Datenbanksystem	444
13.2	<i>Datenbankentwurf</i>	445
13.2.1	Phasenmodell des Datenbankentwurfs	445
13.2.2	Entity-Relationship-Modell	445
13.2.3	Relationales Datenmodell	446
13.2.3.1	Abbildung des ERM auf das Relationenmodell	447
13.2.3.2	Entwurfstheorie für relationale Datenbanken	448
13.2.3.3	Grundlagen relationaler Sprachen	450

13.3	<i>SQL</i>	451
13.3.1	Grundkonzepte	451
13.3.2	SELECT-Anfragen	451
13.3.3	Datenmanipulation (DML)	452
13.3.4	Datendefinition (DDL)	452
13.3.5	Kontrollanweisungen (DCL)	454
13.3.6	Objektrationale Erweiterungen	454
13.3.7	Datenbankanwendungsprogrammierung	455
13.3.7.1	Embedded SQL	455
13.3.7.2	Aufrufschnittstellen	456
13.3.7.3	Relationale Datenbankprogrammiersprachen	457
13.3.7.4	Objektrationales Mapping (ORM)	457
13.4	<i>Datenbanken im Web</i>	458
13.4.1	Anbindungstechniken	458
13.4.2	XML und Datenbanken	459
13.4.3	Datenbanken als Service	461
13.5	<i>Implementierungstechniken</i>	462
13.5.1	Speicher- und Zugriffssystem	462
13.5.2	Datenbankpuffer	462
13.5.3	Interne Dateioorganisation	463
13.5.4	Zugriffsstrukturen	463
13.5.4.1	Indexstrukturen	463
13.5.4.2	Balancierte Mehrwegbäume	463
13.5.4.3	Hash-Verfahren	464
13.5.4.4	Strukturen für mehrdimensionale Daten	464
13.5.5	Anfrageverarbeitung und -optimierung	465
13.5.5.1	Phasen	465
13.5.5.2	Kosten und Statistiken	466
13.5.6	Transaktionsverwaltung	467
13.5.6.1	Grundlagen von Transaktionen	467
13.5.6.2	Concurrency-Control-Techniken	468
13.5.7	Recovery	469
13.6	<i>Data Warehousing und Data Mining</i>	471
13.6.1	Data Warehouse	471
13.6.2	OLAP	472
13.6.3	Data Mining	474
13.7	<i>Fortgeschrittene Konzepte</i>	474
13.7.1	Verteilte Datenbanken	474
13.7.2	Multimedia-Datenbanken	475
13.7.3	Geodatenbanken	476
13.7.4	Biologische Datenbanken	477
13.7.5	Aktuelle Entwicklungen	478
<b>14</b>	<b>Datenschutz und Datensicherheit</b>	<b>480</b>
14.1	<i>Grundbegriffe</i>	480
14.1.1	Schutzziele	480
14.1.2	Angreifermodell	481
14.1.3	Sicherheitsmanagement	481

---

14.2	<i>Sicherheit einzelner Rechner</i> .....	482
14.2.1	Physische Sicherheit .....	482
14.2.2	Zugangskontrolle und Identifikation von Menschen durch IT-Systeme .....	483
14.2.3	Zugriffskontrolle und Rechtevergabe .....	484
14.2.4	Schutz vor Computerviren durch geringstmögliche Privilegie- rung .....	485
14.3	<i>Sicherheit in verteilten Systemen</i> .....	486
14.3.1	Kryptographie .....	486
14.3.1.1	Symmetrisches kryptographisches Konzelationssystem .....	487
14.3.1.2	Asymmetrisches kryptographisches Konzelationssystem .....	488
14.3.1.3	Symmetrisches kryptographisches Authentikationssystem .....	489
14.3.1.4	Asymmetrisches kryptographisches Authentikations- system .....	489
14.3.1.5	Hybride Kryptosysteme .....	491
14.3.1.6	Secure Sockets Layer (SSL) .....	492
14.3.1.7	IPsec und IP Version 6 .....	493
14.3.1.8	RSA .....	494
14.3.2	Steganographie .....	496
14.3.2.1	Symmetrisches steganographisches Konzelationssystem .....	496
14.3.2.2	Steganographisches Authentikationssystem .....	497
14.3.3	Diversität als Verfügbarkeitsmaßnahme .....	497
14.4	<i>Datenschutzfreundliche Technologien</i> .....	498
14.4.1	Schutz des Empfängers durch Verteilung (Broadcast) .....	498
14.4.2	Proxies .....	499
14.4.3	Das Mix-Netz .....	500
14.4.4	Das DC-Netz: Schutz des Senders .....	500
14.4.5	Pseudonymität .....	501
<b>15</b>	<b>Computer- und Multimediarecht</b> .....	<b>504</b>
15.1	<i>Einleitung</i> .....	504
15.1.1	Unsere Rechtsordnung im Überblick .....	504
15.1.2	Gerichtsbarkeit .....	505
15.1.3	Wichtige Rechtsgebiete für Informatiker .....	506
15.1.3.1	Anwendungsspezifische Rechtsvorschriften .....	506
15.1.3.2	Anwendungsübergreifende Rechtsvorschriften .....	506
15.2	<i>IT-Vertragsrecht</i> .....	507
15.2.1	Allgemeines Vertragsrecht .....	507
15.2.2	Typische IT-Verträge .....	509
15.3	<i>Schutz des geistigen Eigentums</i> .....	511
15.3.1	Überblick .....	511
15.3.2	Schutz von Computerprogrammen .....	512
15.3.2.1	Entwicklung des Softwareschutzes .....	512
15.3.2.2	Besondere Regelungen über den Schutz von Compu- terprogrammen .....	512

15.3.3	Besondere Regelungen über den Schutz von Datensammlungen und Datenbanken . . . . .	513
15.3.4	Anpassung des Urheberrechts an das Internet . . . . .	514
15.3.4.1	Herausforderung des Urheberrechts durch die Digital-technik . . . . .	514
15.3.4.2	Wesentliche Regelungen der Urheberrechtsnovelle 2003 (Korb 1) . . . . .	515
15.3.4.3	Wesentliche Regelungen der Urheberrechtsnovelle 2007 (Korb 2) . . . . .	516
15.4	<i>Datenschutz</i> . . . . .	516
15.4.1	Bundesdatenschutzgesetz . . . . .	516
15.4.2	Telekommunikationsgesetz . . . . .	517
15.4.3	Telemediengesetz . . . . .	517
15.4.4	Sonstige bereichsspezifischen Datenschutzregelungen . . . . .	518
15.5	<i>Multimedia- bzw. Internet-Recht</i> . . . . .	518
<b>16</b>	<b>Mensch-Computer-Interaktion</b> . . . . .	<b>520</b>
16.1	<i>Was ist Mensch-Computer-Interaktion?</i> . . . . .	520
16.2	<i>Kognitive Grundlagen</i> . . . . .	521
16.2.1	Wahrnehmung . . . . .	521
16.2.2	Behalten und Vergessen . . . . .	523
16.2.3	Schlussfolgerndes Denken . . . . .	523
16.2.4	Aufmerksamkeit, Gedächtnis, Wiedererkennen . . . . .	524
16.3	<i>Entwurf und Spezifikation</i> . . . . .	526
16.3.1	Benutzer- und Benutzungsmodelle . . . . .	526
16.3.2	Prinzipien und Richtlinien . . . . .	527
16.3.2.1	Benutzer- und Aufgabenprofile . . . . .	528
16.3.2.2	Informationsdarstellungen . . . . .	529
16.3.2.3	Informationseingaben . . . . .	530
16.3.3	Interaktionsstile . . . . .	530
16.3.3.1	Kommandos . . . . .	531
16.3.3.2	Menüs . . . . .	531
16.3.3.3	Dialoge und Formulare . . . . .	531
16.3.3.4	Direkte Manipulation . . . . .	532
16.3.4	Formale Spezifikationen . . . . .	532
16.4	<i>Usability Engineering</i> . . . . .	533
16.4.1	Gebrauchstauglichkeit im Nutzungskontext . . . . .	533
16.4.2	Kontext- und Aufgabenszenarien . . . . .	534
16.4.3	Informations- und Interaktionsdesign . . . . .	535
16.4.4	Prototypen und Evaluation . . . . .	535
16.4.5	Usability-Evaluation . . . . .	536
16.4.6	Joy of Use . . . . .	537
16.5	<i>Virtuelle Assistenten</i> . . . . .	538
16.5.1	Agenten . . . . .	538
16.5.2	Avatare . . . . .	538
16.5.3	MCI bei Virtual Reality, Augmented Reality, Wearable Computing . . . . .	539
16.6	<i>Barrierefreiheit (accessibility)</i> . . . . .	540

---

<b>17</b>	<b>Computergrafik</b>	<b>541</b>
17.1	<i>Computergrafik als Teilgebiet der grafischen Datenverarbeitung</i>	541
17.2	<i>Datenmodelle für geometrische Objekte</i>	542
17.2.1	Darstellung von Kurven	543
17.2.2	Darstellung von Flächen	544
17.2.3	Fraktale Modelle	545
17.2.4	Darstellung von Körpern	547
17.2.4.1	Kantenmodell	547
17.2.4.2	Flächenmodelle	547
17.2.4.3	Translationskörper	547
17.2.4.4	Zusammensetzen von Teilkörpern	548
17.3	<i>Algorithmen der Computergrafik</i>	548
17.3.1	Geometrische Transformationen	549
17.3.2	Darstellung von geometrischen Objekten	550
17.3.2.1	Rasterkonvertierung und Alias-Effekte	550
17.3.2.2	Ermittlung sichtbarer Flächen	553
17.3.3	Fotorealistische Darstellungen	554
17.3.3.1	Beleuchtungsmodelle	555
17.3.3.2	Schattierung von Polygonen	556
17.3.4	Modellierung von Oberflächen	557
17.4	<i>Programmierung von Grafiksystemen</i>	558
17.4.1	Standardisierung der Programmierung	559
17.4.2	Datenaustausch zwischen Grafiksystemen	560
17.5	<i>Anwendungen der Computergrafik</i>	561
17.5.1	Gebrauchsgrafiken	561
17.5.2	CAD-Systeme	561
17.5.3	Computeranimation	562
17.5.4	Computerspiele	563
17.5.5	Virtuelle Realität	563
<b>18</b>	<b>Bildverarbeitung</b>	<b>564</b>
18.1	<i>Grundbegriffe</i>	564
18.2	<i>Bildtransformationen für die Bildbearbeitung</i>	569
18.2.1	Skalierung im Farbbereich	569
18.2.2	Rangordnungsoperatoren	570
18.2.3	Faltung	571
18.2.4	Diskrete Bildapproximation	571
18.2.5	FOURIER-Transformation	572
18.2.6	Differenzenoperatoren	575
18.2.7	Geometrische Transformationen	576
18.3	<i>Bildverbesserung</i>	576
18.3.1	Kontrast, Helligkeit	577
18.3.2	Glätten	578
18.3.3	Kantenverstärkung	579
18.4	<i>Bildanalyse</i>	580
18.4.1	Regionenorientierte Segmentierung	580
18.4.2	Kanten- und Linienextraktion	582

<b>19</b>	<b>Theoretische Informatik</b>	<b>584</b>
19.1	<i>Formale Sprachen und Automaten</i>	584
19.1.1	Grundlegende Begriffe	584
19.1.2	Endliche Automaten und reguläre Ausdrücke	585
19.1.2.1	Endliche Automaten	585
19.1.2.2	Reguläre Ausdrücke	587
19.1.2.3	Kellerautomaten	587
19.1.3	Formale Sprachen	589
19.1.3.1	Grammatiken für formale Sprachen und Ableitungen	589
19.1.3.2	Normalformen	590
19.1.3.3	Abschluss- und Entscheidbarkeitseigenschaften von Sprachklassen	591
19.2	<i>Modelle der Berechenbarkeit</i>	591
19.2.1	TURING-Maschinen	592
19.2.1.1	TURING-Berechenbarkeit	593
19.2.1.2	Die universelle TURING-Maschine	594
19.2.2	Partiell rekursive Funktionen	595
19.2.3	Unentscheidbare Probleme	596
19.2.3.1	Entscheidbarkeit und Semientscheidbarkeit	596
19.2.3.2	Das Halteproblem	597
19.2.3.3	Weitere unentscheidbare Probleme	597
19.3	<i>Komplexitätstheorie</i>	598
19.3.1	Komplexitätsklassen	598
19.3.1.1	Die $O$ -Notation	599
19.3.1.2	Die Klassen $\mathcal{P}$ und $\mathcal{NP}$	599
19.3.2	NP-Vollständigkeit	600
19.3.3	NP-vollständige Probleme	601
19.4	<i>Logik</i>	602
19.4.1	Aussagenlogik	602
19.4.1.1	Syntax und Semantik	602
19.4.1.2	Äquivalenz und Normalformen	603
19.4.1.3	Folgerung und Resolution	604
19.4.2	Prädikatenlogik	605
19.4.2.1	Syntax und Semantik	605
19.4.2.2	Äquivalenz und Normalformen	607
19.4.2.3	Unifikation und Resolution	607
<b>20</b>	<b>Wissensverarbeitung</b>	<b>609</b>
20.1	<i>Wissensverarbeitung und Künstliche Intelligenz</i>	609
20.2	<i>Heuristische Suche</i>	610
20.2.1	Zustandsraum und Suchbaum	610
20.2.2	Uninformierte Suchverfahren	611
20.2.3	Heuristische Suchverfahren	613
20.2.4	Optimierungsprobleme	614
20.2.4.1	Optimale Suchverfahren	614
20.2.4.2	Der A*-Algorithmus	615
20.3	<i>Wissensverarbeitung mit Logik</i>	615
20.4	<i>Regelsysteme</i>	616
20.4.1	Aufbau eines Regelsystems	616

20.4.2	Die Rückwärtsverkettung	618
20.4.3	Die Vorwärtsverkettung	618
20.4.4	Konfliktlösung	619
20.5	<i>Weitere Wissensrepräsentationsformalismen</i>	620
20.5.1	Semantische Netze	620
20.5.2	Beschreibungslogiken	621
20.5.3	Constraint-Netze	622
20.6	<i>Unvollständiges Wissen</i>	623
20.6.1	Nichtmonotone Logiken	623
20.6.2	Begründungsverwaltung	624
20.7	<i>Unsicheres Wissen</i>	625
20.7.1	Wahrscheinlichkeiten	626
20.7.2	BAYES'sche Netze	627
20.8	<i>Fuzzy-Logik</i>	630
20.8.1	Fuzzy-Menge und Fuzzy-Logik	630
20.8.2	Fuzzy Control	631
20.9	<i>Künstliche neuronale Netze</i>	633
20.9.1	Allgemeines Modell	634
20.9.2	Das Perzeptron	637
20.9.2.1	Aufbau des Perzeptrons	637
20.9.2.2	Die Lernregel für das Perzeptron	637
20.9.3	Mehrschicht-Perzeptron	638
20.9.3.1	Formales Modell	638
20.9.3.2	Lernregel (Backpropagation)	639
20.10	<i>Ausblick</i>	640
<b>21</b>	<b>Betriebliche Informationssysteme</b>	<b>642</b>
21.1	<i>Innerbetriebliche Informationssysteme</i>	642
21.1.1	Aufgabenbereiche	642
21.1.2	Teilsysteme betrieblicher Informationsverarbeitung	643
21.1.3	Spezielle Branchensysteme	645
21.1.4	Integration von Informationssystemen	647
21.1.5	Beispiele	651
21.2	<i>Zwischenbetriebliche Informationssysteme</i>	653
21.2.1	Ansatz, Ziele und Risiken	653
21.2.2	Electronic Data Interchange (EDI)	654
21.2.3	Supply Chain Management	655
21.3	<i>Electronic Business</i>	656
21.3.1	Begriffe und technologische Grundlagen	656
21.3.2	Anwendungen im B2C	659
21.3.3	Anwendungen im B2B	660
21.4	<i>Management betrieblicher Informationssysteme</i>	663
21.4.1	Informationsmanagement	663
21.4.2	Projektmanagement	666
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>669</b>
	<b>Sachwortverzeichnis</b>	<b>697</b>