

Inhaltsverzeichnis

1	Informatik	23
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
2	Informationsdarstellung	38
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
3	Computer	73
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
4	Externe Speicher	119
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
5	Periphere Geräte	143
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
6	Algorithmen und Datenstrukturen	171
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
7	Programmiersprachen	195
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
8	Software Engineering	220
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
9	Betriebssysteme	258
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

10	Datenkommunikation	302
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
11	Internet und Intranet	361
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
12	Verteilte Systeme und Entwicklung verteilter Anwendungen	400
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
13	Datenbanken	441
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	Objektrelationale 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	Objektrelationales 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 Dateiorganisation	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
14	Datenschutz und Datensicherheit	480
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
15	Computer- und Multimediarecht	504
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
16	Mensch-Computer-Interaktion	520
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

17	Computergrafik	541
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
18	Bildverarbeitung	564
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

19	Theoretische Informatik	584
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
20	Wissensverarbeitung	609
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
21	Betriebliche Informationssysteme	642
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
	Literaturverzeichnis	669
	Sachwortverzeichnis	697