

Inhalt

Vorwort zur achten Auflage	V
1 Einführung	1
1.1 Was ist „Informatik“?	1
1.1.1 Technische Informatik	1
1.1.2 Praktische Informatik	2
1.1.3 Theoretische Informatik	2
1.1.4 Angewandte Informatik	3
1.2 Information und Daten	4
1.2.1 Bits	5
1.2.2 Bitfolgen	6
1.2.3 Hexziffern	7
1.2.4 Bytes und Worte	8
1.2.5 Dateien	8
1.2.6 Datei- und Speichergrößen	9
1.2.7 Längen- und Zeiteinheiten	10
1.3 Informationsdarstellung	11
1.3.1 Text	11
1.3.2 ASCII-Code	11
1.3.3 ASCII-Erweiterungen	12
1.3.4 Unicode, UCS und UTF-8	13
1.3.5 Zeichenketten	15
1.3.6 Logische Werte und logische Verknüpfungen	15
1.3.7 Programme	16
1.3.8 Bilder und Musikstücke	16
1.4 Zahlendarstellungen	17
1.4.1 Binärdarstellung	17
1.4.2 Das Oktalsystem und das Hexadezimalsystem	18
1.4.3 Umwandlung in das Binär-, Oktal- oder Hexadezimalsystem	19
1.4.4 Arithmetische Operationen	21
1.4.5 Darstellung ganzer Zahlen	22
1.4.6 Die Zweierkomplementdarstellung	23
1.5 Standardformate für ganze Zahlen	25
1.5.1 Gleitpunktzahlen: Reelle Zahlen	26
1.5.2 Real-Zahlenbereiche in Programmiersprachen	29
1.5.3 Daten – Informationen	30
1.5.4 Informationsverarbeitung – Datenverarbeitung	31

1.6	Hardware	31
1.6.1	PCs, Workstations, Mainframes, Super-Computer	31
1.6.2	Aufbau von Computersystemen	33
1.6.3	Der Rechner von außen	34
1.6.4	Das Innenleben	34
1.6.5	Ein Motherboard	38
1.6.6	Die Aufgabe der CPU	40
1.6.7	Die Organisation des Hauptspeichers	42
1.6.8	Speichermedien	45
1.6.9	Magnetplatten	46
1.6.10	Festplattenlaufwerke	47
1.6.11	Optische Laufwerke	50
1.6.12	Flash-Speicher	51
1.6.13	Vergleich von Speichermedien	52
1.6.14	Bildschirme	53
1.6.15	Text- und Grafikmodus	54
1.7	Von der Hardware zum Betriebssystem	54
1.7.1	Schnittstellen und Treiber	56
1.7.2	BIOS	58
1.7.3	Die Aufgaben des Betriebssystems	59
1.7.4	Prozess- und Speicherverwaltung	59
1.7.5	Dateiverwaltung	59
1.7.6	DOS, Windows und Linux	62
1.7.7	Bediensysteme	63
1.8	Anwendungsprogramme	66
1.8.1	Textverarbeitung	66
1.8.2	Zeichen und Schriftarten	66
1.8.3	Formatierung	67
1.8.4	Desktop Publishing	69
1.8.5	Textbeschreibungssprachen	69
1.8.6	Tabellenkalkulation: spread sheets	73
1.8.7	Vom Fenster zur Welt zur zweiten Welt	75
2	Grundlagen der Programmierung	77
2.1	Programmiersprachen	78
2.1.1	Vom Programm zur Maschine	78
2.1.2	Virtuelle Maschinen	79
2.1.3	Interpreter	81
2.1.4	Programmieren und Testen	81
2.1.5	Programmierungsumgebungen	82
2.1.6	Pascal	83
2.1.7	Java	84

2.2	Spezifikationen, Algorithmen, Programme	84
2.2.1	Spezifikationen	85
2.2.2	Algorithmen	87
2.2.3	Algorithmen als Lösung von Spezifikationen	91
2.2.4	Terminierung	92
2.2.5	Elementare Aktionen	93
2.2.6	Zuweisungen	93
2.2.7	Vom Algorithmus zum Programm	94
2.2.8	Ressourcen	96
2.3	Daten und Datenstrukturen	98
2.3.1	Der Begriff der Datenstruktur	98
2.3.2	Boolesche Werte	99
2.3.3	Zahlen	101
2.3.4	Natürliche Zahlen	101
2.3.5	Der Datentyp Integer	103
2.3.6	Rationale Zahlen	105
2.3.7	Reelle Zahlen	105
2.3.8	Mehrsortige Datenstrukturen	106
2.3.9	Zeichen	108
2.3.10	Zusammengesetzte Datentypen – Strings	110
2.3.11	Benutzerdefinierte Datenstrukturen	111
2.3.12	Informationsverarbeitung und Datenverarbeitung	113
2.4	Speicher, Variablen und Ausdrücke	114
2.4.1	Deklarationen	115
2.4.2	Initialisierung	116
2.4.3	Kontexte	116
2.4.4	Ausdrücke, Terme	117
2.4.5	Auswertung von Ausdrücken	120
2.4.6	Funktionsdefinitionen	121
2.4.7	Typfehler	123
2.4.8	Seiteneffekte	123
2.5	Der Kern imperativer Sprachen	124
2.5.1	Zuweisungen	124
2.5.2	Kontrollstrukturen	126
2.5.3	Drei Kontrollstrukturen genügen	126
2.5.4	Die sequentielle Komposition	127
2.5.5	Die Alternativanweisung	128
2.5.6	Die while-Schleife	129
2.5.7	Unterprogramme	130
2.5.8	Lauffähige Programme	132
2.6	Formale Beschreibung von Programmiersprachen	133
2.6.1	Lexikalische Regeln	133
2.6.2	Syntaktische Regeln	134
2.6.3	Semantische Regeln	137

2.7	Erweiterung der Kernsprache	137
2.7.1	Bedingte Anweisung	138
2.7.2	Fallunterscheidung	139
2.7.3	do-Schleife	140
2.7.4	Allgemeinere Schleifenkonstrukte	142
2.7.5	Die for-Schleife	142
2.7.6	Arrays – indizierte Variablen	144
2.8	Rekursive Funktionen und Prozeduren	145
2.8.1	Rekursive Programme	147
2.8.2	Die Türme von Hanoi	148
2.8.3	Spielstrategien als rekursive Prädikate – Backtracking	149
2.8.4	Wechselseitige Rekursion	151
2.8.5	Induktion – Rekursion	151
2.8.6	Allgemeine Rekursion	152
2.8.7	Endrekursion	153
2.8.8	Lineare Rekursion	155
2.8.9	Eine Programmtransformation	157
2.9	Typen, Module, Klassen und Objekte	158
2.9.1	Strukturiertes Programmieren	159
2.9.2	Blockstrukturierung	160
2.9.3	Strukturierung der Daten	160
2.9.4	Objektorientierte Konstruktion neuer Datentypen	165
2.9.5	Modulares Programmieren	167
2.9.6	Schnittstellen – Interfaces	169
2.9.7	Objektorientiertes Programmieren	171
2.9.8	Vererbung	173
2.9.9	Summentypen in objektorientierten Sprachen	175
2.9.10	Datenkapselung	177
2.10	Verifikation	179
2.10.1	Vermeidung von Fehlern	180
2.10.2	Zwischenbehauptungen	180
2.10.3	Partielle Korrektheit	181
2.10.4	Zerlegung durch Zwischenbehauptungen	182
2.10.5	Zuweisungsregel	184
2.10.6	Rückwärtsbeweis	185
2.10.7	if-else-Regel	187
2.10.8	Abschwächungsregel und einarmige Alternative	188
2.10.9	Invarianten und while-Regel	189
2.10.10	Starke und schwache Invarianten	191
2.10.11	Programm-Verifizierer	193
2.10.12	do-Schleife	195
2.10.13	Terminierung	196
2.10.14	Beweis eines Programmschemas	196

2.11	Deklarative Sprachen	197
2.11.1	Prolog	198
2.11.2	Erlang	202
2.12	Zusammenfassung	206
3	Die Programmiersprache Java	207
3.1	Die lexikalischen Elemente von Java	209
3.1.1	Kommentare	209
3.1.2	Bezeichner	210
3.1.3	Schlüsselwörter	211
3.1.4	Literale	211
3.2	Datentypen und Methoden	213
3.2.1	Variablen	213
3.2.2	Referenz-Datentypen	214
3.2.3	Arrays	215
3.2.4	Methoden	216
3.2.5	Klassen und Instanzen	218
3.2.6	Objekte und Referenzen	220
3.2.7	Objekt- und Klassenkomponenten	221
3.2.8	Attribute	222
3.2.9	Überladung	223
3.2.10	Konstruktoren	224
3.2.11	Aufzählungstypen	225
3.3	Ausführbare Java-Programme	226
3.3.1	Java-Dateien – Übersetzungseinheiten	228
3.3.2	Programme	228
3.3.3	Packages	229
3.3.4	Standard-Packages	231
3.4	Ausdrücke und Anweisungen	232
3.4.1	Arithmetische Operationen	232
3.4.2	Vergleichsoperationen	233
3.4.3	Boolesche Operationen	234
3.4.4	Bitweise Operationen	234
3.4.5	Zuweisungsausdrücke	234
3.4.6	Anweisungsausdrücke	236
3.4.7	Sonstige Operationen	236
3.4.8	Präzedenz der Operatoren	237
3.4.9	Einfache Anweisungen	238
3.4.10	Blöcke	239
3.4.11	Alternativ-Anweisungen	239
3.4.12	switch-Anweisung	240
3.4.13	Schleifen	241
3.4.14	Die for-Anweisung	242
3.4.15	break- und continue-Anweisungen	244

3.5	Klassen und Objekte	244
3.5.1	Vererbung	246
3.5.2	Späte Bindung (Late Binding)	251
3.5.3	Finale Komponenten	252
3.5.4	Zugriffsrechte von Feldern und Methoden	252
3.5.5	Attribute von Klassen	253
3.5.6	Abstrakte Klassen	253
3.5.7	Rekursiv definierte Klassen	255
3.5.8	Schnittstellen (Interfaces)	257
3.5.9	Wrapper-Klassen	261
3.5.10	Generische Klassen	261
3.5.11	Typschränken	262
3.5.12	Vererbung generischer Typen	263
3.6	Fehler und Ausnahmen	263
3.6.1	Exceptions in Java	264
3.6.2	Zusicherungen – Assertions	267
3.7	Dateien: Ein- und Ausgabe	271
3.7.1	Dateidialog	272
3.7.2	Schreiben einer Datei	272
3.7.3	Lesen einer Datei	273
3.7.4	Testen von Dateieigenschaften	274
3.8	Threads	275
3.8.1	Thread-Erzeugung	275
3.8.2	Kontrolle der Threads	277
3.8.3	Thread-Synchronisation	277
3.8.4	Deadlock	279
3.9	Grafische Benutzeroberflächen mit Java (AWT)	281
3.9.1	Ein erstes Fenster	281
3.9.2	Ereignisse	282
3.9.3	Beispiel für eine Ereignisbehandlung	284
3.9.4	Buttons	285
3.9.5	Grafikausgabe in Fenstern	286
3.9.6	Maus-Ereignisse	287
3.9.7	Paint	291
3.9.8	Weitere Bedienelemente von Programmen und Fenstern	292
3.10	Ausblick: Java 7 und dann	292
3.10.1	Closures	292
3.10.2	Ausblick	297
4	Algorithmen und Datenstrukturen	299
4.1	Suchalgorithmen	301
4.1.1	Lineare Suche	301
4.1.2	Exkurs: Runden, Logarithmen und Stellenzahl	303

4.1.3	Binäre Suche	304
4.1.4	Lineare Suche vs. binäre Suche	305
4.1.5	Komplexität von Algorithmen	306
4.2	Einfache Sortierverfahren	309
4.2.1	Datensätze und Schlüssel	309
4.2.2	Invarianten und Assertions	312
4.2.3	BubbleSort	314
4.2.4	SelectionSort	316
4.2.5	InsertionSort	318
4.2.6	Laufzeitvergleiche der einfachen Sortieralgorithmen	320
4.2.7	ShellSort und CombSort	321
4.3	Schnelle Sortieralgorithmen	322
4.3.1	Divide and Conquer – teile und herrsche	322
4.3.2	QuickSort	323
4.3.3	Die Partitionierung	324
4.3.4	Korrektheit von QuickSort	326
4.3.5	Komplexität von QuickSort	326
4.3.6	MergeSort	327
4.3.7	Stabilität und RadixSort	329
4.3.8	Optimalität von Sortieralgorithmen	330
4.3.9	Distribution Sort	330
4.3.10	Wieso und wie gut funktioniert DistributionSort?	332
4.3.11	Implementierung von DistributionSort	332
4.3.12	Laufzeit der schnellen Sortieralgorithmen	334
4.3.13	Externes Sortieren	336
4.4	Abstrakte Datenstrukturen	337
4.4.1	Datenstruktur = Menge + Operationen	337
4.4.2	Die axiomatische Methode	338
4.5	Stacks	339
4.5.1	Stackoperationen	339
4.5.2	Implementierung durch ein Array	341
4.5.3	Implementierung durch eine Liste	342
4.5.4	Auswertung von Postfix-Ausdrücken	344
4.5.5	Entrekursivierung	344
4.5.6	Stackpaare	345
4.6	Queues, Puffer, Warteschlangen	347
4.6.1	Implementierung durch ein „zirkuläres“ Array	347
4.6.2	Implementierung durch eine zirkuläre Liste	349
4.6.3	DeQues: Queues mit zwei gleichberechtigten Enden	349
4.6.4	Anwendung von Puffern	350
4.7	Container Datentypen	351
4.7.1	Listen	353
4.7.2	Einfach verkettete Listen	355

4.7.3	Listen als Verallgemeinerung von Stacks und Queues	359
4.7.4	Array-Listen	360
4.7.5	Doppelt verkettete Listen	361
4.7.6	Geordnete Listen und Skip-Listen	361
4.7.7	Adaptive Listen	362
4.8	Bäume	363
4.8.1	Beispiele von Bäumen	364
4.8.2	Binärbäume	365
4.8.3	Implementierung von Binärbäumen	366
4.8.4	Traversierungen	367
4.8.5	Kenngrößen von Binärbäumen	371
4.8.6	Binäre Suchbäume	372
4.8.7	Implementierung von binären Suchbäumen	372
4.8.8	Balancierte Bäume	379
4.8.9	AVL-Bäume	380
4.8.10	2-3-4-Bäume	382
4.8.11	B-Bäume	383
4.8.12	Vollständige Bäume	384
4.8.13	Heaps	386
4.8.14	HeapSort	389
4.8.15	Priority-Queues	390
4.8.16	Bäume mit variabler Anzahl von Teilbäumen	390
4.9	Graphen	391
4.9.1	Wege und Zusammenhang	392
4.9.2	Repräsentationen von Graphen	393
4.9.3	Traversierungen	395
4.9.4	Tiefensuche und Backtracking	396
4.9.5	Breitensuche	397
4.9.6	Transitive Hülle	398
4.9.7	Kürzeste Wege	399
4.9.8	Schwere Probleme für Handlungsreisende	401
4.9.9	Eine Implementierung des TSP	403
4.10	Zeichenketten	407
4.10.1	Array-Implementierung	407
4.10.2	Nullterminierte Strings	407
4.10.3	Stringoperationen	408
4.10.4	Suchen in Zeichenketten	408
4.10.5	Der Boyer-Moore-Algorithmus	409
5	Rechnerarchitektur	411
5.1	Vom Transistor zum Chip	411
5.1.1	Chips	413
5.1.2	Chipherstellung	414
5.1.3	Kleinste Chip-Strukturen	415

5.1.4	Chipfläche und Anzahl der Transistoren	415
5.1.5	Weitere Chip-Parameter	416
5.1.6	Speicherbausteine	416
5.1.7	Logikbausteine	417
5.1.8	Schaltungsentwurf	418
5.2	Boolesche Algebra	419
5.2.1	Serien-parallele Schaltungen	419
5.2.2	Serien-parallele Schaltglieder	420
5.2.3	Schaltoperationen	421
5.2.4	Boolesche Terme	421
5.2.5	Schaltfunktionen	422
5.2.6	Gleichungen	422
5.2.7	Dualität	423
5.2.8	SP-Schaltungen sind monoton	424
5.2.9	Negation	424
5.2.10	Boolesche Terme	425
5.2.11	Dualitätsprinzip	426
5.2.12	Realisierung von Schaltfunktionen	426
5.2.13	Konjunktive Normalform	427
5.2.14	Algebraische Umwandlung in DNF oder KNF	428
5.2.15	Aussagenlogik	429
5.2.16	Mengenalgebra	430
5.3	Digitale Logik	430
5.3.1	Logikgatter	430
5.3.2	Entwurf und Vereinfachung boolescher Schaltungen	433
5.3.3	KV-Diagramme	433
5.3.4	Spezielle Schaltglieder	435
5.3.5	Gatter mit mehreren Ausgängen	436
5.3.6	Codierer und Decodierer	437
5.3.7	Addierer	438
5.3.8	Logik-Gitter	439
5.3.9	Programmierbare Gitterbausteine	441
5.4	CMOS Schaltungen und VLSI Design	442
5.4.1	Logikgatter in CMOS-Technik	443
5.4.2	CMOS-Entwurf	445
5.4.3	Entwurf von CMOS Chips	446
5.4.4	VLSI-Werkzeuge	447
5.5	Sequentielle Logik	448
5.5.1	Gatterlaufzeiten	449
5.5.2	Rückgekoppelte Schaltungen	450
5.5.3	Einfache Anwendungen von Flip-Flops	452
5.5.4	Technische Schwierigkeiten	453
5.5.5	Synchrone und asynchrone Schaltungen	454
5.5.6	Getaktete Flip-Flops	455

5.5.7	Zustandsautomaten	456
5.5.8	Entwurf sequentieller Schaltungen	457
5.5.9	Eine Fußgängerampel	458
5.5.10	Die Konstruktion der Hardwarekomponenten	459
5.5.11	Tristate Puffer	460
5.5.12	Speicherzellen	461
5.5.13	MOS-Implementierung von Speicherzellen	462
5.5.14	Register	464
5.5.15	Die Arithmetisch-Logische Einheit	466
5.6	Von den Schaltgliedern zur CPU	470
5.6.1	Busse	471
5.6.2	Mikrocodegesteuerte Operationen	472
5.6.3	Der Zugang zum Hauptspeicher	475
5.6.4	Der Mikrobefehlsspeicher – das ROM	477
5.6.5	Sprünge	478
5.6.6	Berechnete Sprünge	479
5.6.7	Der Adressrechner	480
5.6.8	Ein Mikroprogramm	481
5.6.9	Maschinenbefehle	482
5.6.10	Der Maschinenspracheinterpretierer	484
5.6.11	Argumente	486
5.7	Assemblerprogrammierung	486
5.7.1	Maschinensprache und Assembler	487
5.7.2	Register der 80x86-Familie	488
5.7.3	Allzweckregister und Spezialregister	489
5.7.4	Flag-Register	490
5.7.5	Arithmetische Flags	491
5.7.6	Größenvergleiche	493
5.7.7	Logische Operationen	494
5.7.8	Sprünge	495
5.7.9	Struktur eines vollständigen Assemblerprogrammes	497
5.7.10	Ein Beispielprogramm	498
5.7.11	Testen von Assemblerprogrammen	499
5.7.12	Speicheradressierung	501
5.7.13	Operationen auf Speicherblöcken	502
5.7.14	Multiplikation und Division	503
5.7.15	Shift-Operationen	504
5.7.16	LOOP-Befehle	505
5.7.17	Der Stack	506
5.7.18	Einfache Unterprogramme	507
5.7.19	Parameterübergabe und Stack	508
5.7.20	Prozeduren und Funktionen	510
5.7.21	Makros	510
5.7.22	Assembler unter DOS	511
5.7.23	Assembler unter Windows	513

5.8	RISC-Architekturen	514
5.8.1	CISC	515
5.8.2	Von CISC zu RISC	516
5.8.3	RISC-Prozessoren	516
5.8.4	Pipelining	518
5.8.5	Superskalare Architekturen	519
5.8.6	Cache-Speicher	519
5.8.7	Leistungsvergleich	519
5.8.8	Konkrete RISC-Architekturen	520
5.9	Architektur der Intel-PC-Mikroprozessorfamilie	523
5.9.1	Adressierung	527
5.9.2	Die Segmentierungseinheit	527
5.9.3	Adressübersetzung	529
5.9.4	Datenstrukturen und Befehle des Pentium	530
5.9.5	MMX-Befehle	530
5.9.6	Betriebsarten des Pentium	530
5.9.7	Ausblick	531
6	Betriebssysteme	533
6.1	Basis-Software	534
6.2	Betriebsarten	536
6.2.1	Teilhaberbetrieb	536
6.2.2	Client-Server-Systeme	536
6.3	Verwaltung der Ressourcen	538
6.3.1	Dateisystem	539
6.3.2	Dateioperationen	540
6.3.3	Prozesse und Threads	540
6.3.4	Vom Programm zum Prozess	541
6.3.5	Prozessverwaltung	542
6.3.6	Prozesskommunikation	544
6.3.7	Kritische Abschnitte – wechselseitiger Ausschluss	545
6.3.8	Semaphore und Monitore	547
6.3.9	Deadlocks	549
6.3.10	Speicherverwaltung	550
6.3.11	Paging	551
6.3.12	Page faults	554
6.4	Das Betriebssystem UNIX	555
6.4.1	Linux	555
6.4.2	Das UNIX-Dateisystem	555
6.4.3	Dateinamen	557
6.4.4	Dateirechte	557
6.4.5	Namen und Pfade	558
6.4.6	Special files	560

6.4.7	Externe Dateisysteme	560
6.4.8	UNIX-Shells	560
6.4.9	UNIX-Kommandos	561
6.4.10	Optionen	562
6.4.11	Datei-Muster	562
6.4.12	Standard-Input/Standard-Output	563
6.4.13	Dateibearbeitung	564
6.4.14	Reguläre Ausdrücke	565
6.5	UNIX-Prozesse	566
6.5.1	Pipes	566
6.5.2	Sind Pipes notwendig?	568
6.5.3	Prozess-Steuerung	570
6.5.4	Multitasking	572
6.5.5	UNIX-Shell-Programmierung	573
6.5.6	Die C-Shell	574
6.5.7	Kommando-Verknüpfungen	574
6.5.8	Variablen	575
6.5.9	Shell-Scripts	576
6.5.10	Ausführung von Shell-Scripts	577
6.5.11	UNIX-Kommandos und Shell-Kommandos	577
6.5.12	UNIX als Mehrbenutzersystem	578
6.5.13	UNIX-Tools	579
6.5.14	Editoren	579
6.5.15	C und C++	581
6.5.16	Scanner- und Parsergeneratoren	582
6.5.17	Projektbearbeitung	583
6.6	X Window System	584
6.6.1	Window-Manager und Terminal Emulator	585
6.6.2	Grafische Oberflächen	586
6.7	MS-DOS und MS-Windows	587
6.7.1	Dynamic Link Libraries	588
6.7.2	Object Linking and Embedding	588
6.7.3	Windows NT, Windows 2000	589
6.7.4	Windows XP	590
6.7.5	Windows Vista	591
6.8	Alternative PC-Betriebssysteme	592
7	Rechnernetze	595
7.1	Rechner-Verbindungen	596
7.1.1	Signalübertragung	596
7.1.2	Physikalische Verbindung	598
7.1.3	Synchronisation	600
7.1.4	Bitcodierungen	601

7.2	Datenübertragung mit Telefonleitungen	602
7.2.1	ISDN	603
7.2.2	DSL, ADSL und T-DSL	604
7.2.3	ADSL2+	606
7.3	Protokolle und Netze	606
7.3.1	Das OSI-Modell	607
7.3.2	Netze	609
7.3.3	Netztopologien	610
7.3.4	Netze von Netzen	612
7.3.5	Zugriffsverfahren	615
7.3.6	Wettkampfverfahren: CSMA-CD	615
7.4	Netztechnologien	617
7.4.1	Ethernet	617
7.4.2	FDDI	617
7.4.3	ATM	618
7.4.4	SONET/SDH	619
7.5	Drahtlose Netze	622
7.5.1	Bluetooth	622
7.5.2	WLAN	623
8	Das Internet	629
8.0.1	Bildung von Standards im Internet	630
8.1	Die TCP/IP Protokolle	632
8.1.1	Die Protokolle TCP und UDP	633
8.1.2	Das IP Protokoll	635
8.2	IP-Adressen	637
8.2.1	Adressklassen	638
8.2.2	Adressübersetzung	640
8.3	Das System der Domain-Namen	643
8.3.1	DNS-lookup in Java	646
8.3.2	Programmierung einer TCP-Verbindung	648
8.4	Intranets, Firewalls und virtuelle private Netzwerke	652
8.5	Die Dienste im Internet	654
8.5.1	E-Mail	654
8.5.2	News	659
8.5.3	FTP	660
8.5.4	Secure Shell	661
8.5.5	Gopher	661
8.6	Das World Wide Web	662
8.6.1	HTTP	664
8.6.2	HTML	665
8.6.3	Die Struktur eines HTML-Dokumentes	668

8.6.4	Querverweise: Links	669
8.6.5	Tabellen und Frames	670
8.6.6	Formulare	672
8.6.7	Style Sheets	673
8.6.8	Weitere Möglichkeiten von HTML	674
8.7	Web-Programmierung	674
8.7.1	JavaScript	674
8.7.2	Applets	677
8.7.3	Die Struktur eines Applets	678
8.7.4	Der Lebenszyklus eines Applets	679
8.7.5	Interaktionen	679
8.7.6	PHP	682
8.7.7	XML	684
8.7.8	DOM, Ajax und Web 2.0	693
9	Theoretische Informatik und Compilerbau	695
9.1	Analyse von Programmtexten	695
9.1.1	Lexikalische Analyse	696
9.1.2	Syntaxanalyse	697
9.2	Reguläre Sprachen	698
9.2.1	Reguläre Ausdrücke	699
9.2.2	Automaten und ihre Sprachen	701
9.2.3	Implementierung endlicher Automaten	703
9.2.4	ϵ -Transitionen und nichtdeterministische Automaten	704
9.2.5	Automaten für reguläre Sprachen	704
9.2.6	Von nichtdeterministischen zu deterministischen Automaten	705
9.2.7	Anwendung: flex	706
9.3	Kontextfreie Sprachen	707
9.3.1	Kontextfreie Grammatiken	708
9.3.2	Ableitungen	709
9.3.3	Stackautomaten (Kellerautomaten)	710
9.3.4	Stackautomaten für beliebige kontextfreie Sprachen	712
9.3.5	Nichtdeterministische Algorithmen und Backtracking	712
9.3.6	Inhärent nichtdeterministische Sprachen	715
9.3.7	Ableitungsbaum, Syntaxbaum	715
9.3.8	Abstrakte Syntaxbäume	716
9.4	Grundlagen des Compilerbaus	717
9.4.1	Parsen durch rekursiven Abstieg (recursive descent)	718
9.4.2	LL(1)-Grammatiken	719
9.4.3	Äquivalente Grammatiken	721
9.4.4	Top-down und bottom-up	723
9.4.5	Shift-Reduce Parser	724
9.4.6	Die Arbeitsweise von Shift-Reduce-Parsern	725

9.4.7	Bottom-up Parsing	726
9.4.8	Konflikte	727
9.4.9	Ein nichtdeterministischer Automat mit Stack	727
9.4.10	Übergang zum deterministischen Automaten	730
9.4.11	Präzedenz	732
9.4.12	LR(1) und LALR(1)	733
9.4.13	Parsergeneratoren	734
9.4.14	lex/flex & yacc/bison	736
9.4.15	Grammatische Aktionen	737
9.4.16	Fehlererkennung	739
9.4.17	Synthetisierte Werte	739
9.4.18	Symboltabellen	740
9.4.19	Codeoptimierung	741
9.5	Berechenbarkeit	742
9.5.1	Berechenbare Funktionen	742
9.5.2	Beispiele berechenbarer Funktionen	743
9.5.3	Diagonalisierung	745
9.5.4	Nicht berechenbare Funktionen	746
9.5.5	Algorithmenbegriff und Churchsche These	746
9.5.6	Turingmaschinen	747
9.5.7	Turing-Post Programme	750
9.5.8	Turing-berechenbare Funktionen	751
9.5.9	Registermaschinen	751
9.5.10	GOTO-Programme	752
9.5.11	While-Programme	753
9.5.12	For-Programme (Loop-Programme)	755
9.5.13	Effiziente Algorithmen als For-Programme	755
9.5.14	Elementare (primitive) Rekursion	757
9.5.15	Allgemeine Rekursion (μ -Rekursion)	758
9.5.16	Die Ackermannfunktion	759
9.5.17	Berechenbare Funktionen – Churchsche These	760
9.5.18	Gödelisierung	761
9.5.19	Aufzählbarkeit und Entscheidbarkeit	762
9.5.20	Unlösbare Aufgaben	762
9.5.21	Semantische Probleme sind unentscheidbar	763
9.6	Komplexitätstheorie	765
9.6.1	Rückführung auf ja/nein-Probleme	766
9.6.2	Entscheidungsprobleme und Sprachen	766
9.6.3	Maschinenmodelle und Komplexitätsmaße	767
9.6.4	Sprachen und ihre Komplexität	768
9.6.5	Effiziente parallele Lösungen	768
9.6.6	Nichtdeterminismus	770
9.6.7	Die Klasse NP	771
9.6.8	Reduzierbarkeit	772

9.6.9	Der Satz von Cook	774
9.6.10	NP-Vollständigkeit	776
9.6.11	CLIQUE ist NP-vollständig	776
9.6.12	Praktische Anwendung von SAT-Problemen	777
9.6.13	$P = NP$?	780
10	Datenbanksysteme	781
10.1	Datenbanken und Datenbanksysteme	781
10.2	Datenmodelle	783
10.2.1	Entity/Relationship-Modell	783
10.2.2	Das Relationale Datenbankmodell	785
10.2.3	Relationen	786
10.2.4	Die relationale Algebra	787
10.2.5	Erweiterungen des relationalen Datenmodells	788
10.2.6	Abbildung eines E/R-Datenmodells in ein relationales Modell	788
10.3	Die Anfragesprache SQL	789
10.3.1	Datendefinition	789
10.3.2	Einfache Anfragen	791
10.3.3	Gruppierung und Aggregate	792
10.3.4	Verknüpfung verschiedener Relationen	793
10.3.5	Einfügen, Ändern und Löschen von Datensätzen	793
10.3.6	Mehrbenutzerbetrieb	794
10.4	Anwendungsprogrammierung in Java	796
10.4.1	Das SQL-Paket in Java	797
10.4.2	Aufbau einer Verbindung	798
10.4.3	Anfragen	798
10.5	Zusammenfassung	800
11	Grafikprogrammierung	801
11.1	Hardware	801
11.1.1	Auflösungen	802
11.1.2	Farben	802
11.2	Grafikroutinen für Rastergrafik	803
11.2.1	Bresenham Algorithmus	805
11.3	Einfache Programmierbeispiele	806
11.3.1	Mandelbrot- und Julia-Mengen	808
11.3.2	Turtle-Grafik	812
11.3.3	L-Systeme	815
11.3.4	Ausblick	818
11.4	3-D-Grafikprogrammierung	819
11.4.1	Sichtbarkeit	820
11.4.2	Beleuchtungsmodelle	821

11.4.3	Ray-Tracing	823
11.4.4	Photon-Mapping	824
11.4.5	Die Radiosity Methode	825
11.4.6	Ausblick	826
12	Software-Entwicklung	827
12.1	Methoden und Werkzeuge für Projekte	828
12.2	Vorgehensmodelle	830
12.2.1	Code and fix-Verfahren	830
12.2.2	Wasserfall-Modelle	831
12.2.3	Transformations-Modelle	834
12.2.4	Nichtsequentielle Vorgehensmodelle	834
12.2.5	Prototyping und Spiralmodelle	835
12.2.6	Modelle zur inkrementellen Systementwicklung	836
12.2.7	Evolutionäre Entwicklungsmodelle	836
12.2.8	Modelle zur objektorientierten Systementwicklung	837
12.3	Traditionelle Methoden zur Programmentwicklung	839
12.3.1	Strukturierte Programmierung	839
12.3.2	Schrittweise Verfeinerung und Top-down-Entwurf	839
12.3.3	Geheimnisprinzip, Daten-Abstraktion und Modularisierung	840
12.3.4	Strukturierte Analyse- und Entwurfstechniken	841
12.3.5	Entity/Relationship-Modellierung	842
12.3.6	Systematische Test-, Review- und Inspektionsverfahren	843
12.4	Objektorientierte Software-Entwicklungsmethoden	843
12.4.1	Prinzipien der Objektorientierung	843
12.4.2	Objektorientierter Entwurf	844
12.5	Objektorientierte Analyse und Modellierung	845
12.5.1	Standardisierung der objektorientierten Modellierung	846
12.5.2	Die Modellierungssprache UML	846
12.5.3	Software-Architektur	850
12.5.4	Entwurfsmuster und Frameworks	851
12.5.5	Aspekt-orientierte Entwicklung	851
12.5.6	Modell-getriebene Architektur	852
12.6	Projekt-Management	853
12.6.1	Projektinitialisierung und -planung	853
12.6.2	Projektsteuerung und -koordination	854
12.6.3	Projektabschluss und -bericht	855
12.7	Software-Qualitätssicherung	855
12.7.1	Qualitätsnormen und Zertifizierung	857
12.8	Werkzeuge und Programmierumgebungen	859
12.8.1	Klassifizierung von Werkzeugen	859
12.8.2	Werkzeuge zur Analyse und Modellierung	860
12.8.3	Werkzeuge für Spezifikation und Entwurf	860

12.8.4	Programmier-Werkzeuge	861
12.8.5	Test- und Fehlerbehebungs-Werkzeuge	861
12.8.6	Tätigkeitsübergreifende Werkzeuge	863
12.8.7	Entwicklungs-Umgebungen	864
A	Literatur	867
A.1	Einführende Bücher	867
A.2	Lehrbücher der Informatik	867
A.3	Programmieren in Java	868
A.4	Algorithmen und Datenstrukturen	869
A.5	Rechnerarchitektur	869
A.6	Betriebssysteme	870
A.7	Rechnernetze	871
A.8	Internet	871
A.9	Theoretische Informatik und Compilerbau	872
A.10	Datenbanken	873
A.11	Grafikprogrammierung	874
A.12	Software-Entwicklung	875
A.13	Mathematischer Hintergrund	876
A.14	Sonstiges	876
	Stichwortverzeichnis	877