

Wolfgang P. Kowalk

System · Modell Programm

Vom GOTO zur
objektorientierten Programmierung

Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg · Berlin · Oxford

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	3
Inhaltsverzeichnis	5
1 Einleitung	15
1.1 Wissenschaft und ihre Sprache	15
1.2 Aufgaben der Informatik	20
1.3 Das Strukturierungsproblem der Informatik.....	21
1.4 Die Programmiersprache FirstStep.....	24
1.5 Zum Aufbau dieses Buches	25
Teil I Konzepte zur Modellierung	
2 Modell und Information	27
2.1 System und Modell	27
2.1.1 Grundbegriffe zur Modellierung	27
2.1.2 Die Güte eines Modells	32
2.1.3 Grenzen der Modellierbarkeit	34
2.1.4 Informatik und Mathematik	39
2.2 Information	42
2.3 Informationstheorie.....	44
2.4 Darstellung von Information.....	48
2.5 Informatik und Information	52
2.5.1 Speicherung von Information.....	53
2.5.2 Verarbeitung von Information	53
2.5.3 Übertragung von Information	54
2.6 Gebiete der Informatik.....	55

2.7 Zusammenfassung.....	56
3 Algorithmen und Maschinen	57
3.1 Algorithmus und Berechenbarkeit	58
3.1.1 Algorithmen.....	58
3.1.2 Berechenbarkeit.....	63
3.2 Mathematische Berechnungsmodelle	67
3.2.1 Der endliche deterministische Automat	67
3.2.2 Die Turingmaschine	70
3.3 Operationale Maschinenmodelle und Compiler	72
3.3.1 Ein operationales Maschinenmodell	72
3.3.2 Funktionalität eines Compilers.....	79
3.4 Konkrete Rechnerarchitekturen	80
3.4.1 Die Von-Neumann-Architektur.....	80
3.4.2 Der Von-Neumann-Flaschenhals	83
3.4.3 Entwicklungstendenzen in modernen Rechensystemen.....	85
3.5 Zusammenfassung.....	87
Teil II Programmiersprachenkonzepte	
4 Werte und Ausdrücke	89
4.1 Strukturierungskonzepte in Programmiersprachen	90
4.2 Beschreibung der Syntax von Ausdrücken	93
4.3 Darstellung und Bedeutung von Werten	99
4.3.1 Darstellung und Bedeutung von Zahlenwerten	100
4.3.2 Zuweisung von Zahlenwerten	103
4.3.3 Konstante und Aufzählungen	108
4.3.4 Logische Werte.....	112
4.3.5 Zeichen und Texte	112
4.3.6 Zeiger.....	117
4.3.7 Felder.....	119
4.3.8 Datensätze	121
4.3.9 Mengen und Bitfelder.....	123
4.3.10 Listen.....	124
4.4 Strukturierung durch Ausdrücke	126
4.4.1 Darstellung und Bedeutung von Ausdrücken und Wertzuweisungen	126
4.4.2 Darstellung und Bedeutung arithmetischer Ausdrücke.....	129
4.4.3 Ausdrücke für Wahrheitswerte und Mengen.....	132
4.4.4 Ausdrücke für Zeichen und Texte	136
4.4.5 Bedingte Ausdrücke	138
4.4.6 Ausdrücke für die indizierte Berechnung.....	140
4.5 Zusammenfassung.....	142

5	Anweisungen und Anweisungsfolgen.....	143
5.1	Im Anfang war das Goto.....	143
5.2	Wertzuweisungen und Anweisungsblöcke	146
5.2.1	Wertzuweisungen.....	146
5.2.2	Anweisungsblöcke	148
5.3	Bedingte und alternative Abläufe	149
5.3.1	Unbedingte Sprunganweisungen.....	149
5.3.2	Bedingte Anweisungen, die keinen Wert ergeben	150
5.3.3	Bedingte Anweisungen, die einen Wert ergeben	156
5.4	Wiederholte Abläufe.....	159
5.5	Mehrfache Operationen	166
5.6	Ausnahmebehandlung.....	170
5.7	Zusammenfassung	172
6	Datentypen und Einheiten	173
6.1	Allgemeines zu Datentypen.....	174
6.1.1	Die Entwicklung der Datentypen.....	174
6.1.2	Anforderungen an einen Datentyp	175
6.1.3	Darstellungsebenen von Werten und Deklaration von Objekten	177
6.1.4	Datentypumwandlung	179
6.1.5	Typüberprüfung	183
6.1.6	Überladung.....	186
6.1.7	Polymorphie	188
6.2	Typstrukturen von Programmiersprachen	189
6.2.1	Einfache Typen	190
6.2.2	Zeigertypen	190
6.2.3	Komplexe Operationen auf zusammengesetzten Datentypen..	194
6.3	Abstrakte Datentypen	196
6.3.1	Definition des abstrakten Datentyps	196
6.3.2	Abstrakte Datentypen in Programmiersprachen	199
6.4	Maßeinheiten	202
6.2.1	Der Begriff der Maßeinheit.....	202
6.2.2	Weitere Anwendungen von Maßeinheiten.....	209
6.5	Zusammenfassung	210
7	Prozeduren und Funktionen	211
7.1	Anwendungen von Prozeduren.....	211
7.2	Blöcke und Gültigkeitsbereiche.....	212
7.2.1	Die Bindung von Namen an Objekte	212
7.2.2	Blöcke und Umgebungen	213

7.2.3	Definition von Prozeduren in Blöcken	219
7.2.4	Variable Umgebungen von Blöcken	219
7.2.5	Lebensdauer und Sichtbarkeit von Namen	221
7.2.6	Dynamische Objekte und Garbage	222
7.3	Definition von Prozeduren und Parametern	224
7.3.1	Allgemeines zur Definition von Prozeduren	224
7.3.2	Die Parameterliste	226
7.3.3	Ergebnisübergabe	233
7.3.4	Typen von Parametern	234
7.4	Aufruf von Prozeduren und Funktionen	235
7.5	Umgebung einer Prozedur	237
7.5.1	Die statische Speicherverwaltung	238
7.5.2	Die stackbasierte Speicherverwaltung	239
7.5.3	Die allgemeine Speicherverwaltung	244
7.5.4	Vergleich von statischer und dynamischer Programmumgebung	246
7.6	Rekursion	247
7.7	Ein- und Ausgabe	249
7.8	Zusammenfassung	253
8	Module und Klassen	255
8.1	Module	255
8.1.1	Kontrollierte Objekte	256
8.1.2	Schnittstelle und Implementierung	257
8.1.3	Abstrakte Datentypen in Modulen	260
8.1.4	Weitere Kritikpunkte am Modulkonzept	261
8.2	Klassen	263
8.2.1	Anforderungen an Strukturierungsmechanismen	263
8.2.2	Klassifizierung von Objekten	265
8.2.3	Vererbung	267
8.2.4	Mehrfachvererbung	276
8.2.5	Virtuelle Spezifikationen	282
8.2.6	Zusammenhang mit anderen Konzepten	288
8.3	Terminologie	289
8.4	Separate Compilierung	290
8.5	Generische Programmeinheiten	294
8.6	Zusammenfassung	297
9	Parallele Programmierung	299
9.1	Prozesse	300
9.2	Interferenz paralleler Prozesse	303
9.3	Zuteilung von Prozessen	304

9.3.1	Parallele Prozesse zur Strukturierung von Programmen.....	304
9.3.2	Effizienzsteigerung durch parallele Prozesse	305
9.3.3	Zeitgetreue Simulation paralleler Prozesse	306
9.4	Parallelität in Programmiersprachen.....	309
9.4.1	Prozesse mit feiner Granularität.....	310
9.4.2	Prozesse mit mittlerer Granularität	311
9.4.3	Kommunikation zwischen parallelen Prozessen	313
9.4.4	Prozesse mit grober Granularität.....	316
9.5	Synchronisation von Prozessen	318
9.5.1	Semaphore.....	320
9.5.2	Monitore.....	324
9.6	Zusammenfassung und Literatur	326

Teil III Konzepte der Programmierung

10	Programmierparadigmen.....	327
10.1	Funktionales Programmieren.....	328
10.1.1	Allgemeines zum funktionalen Programmieren	328
10.1.2	Die funktionale Programmiersprache Scheme	331
10.1.3	Typisierte funktionale Sprachen wie ML	335
10.2	Logisches Programmieren	338
10.2.1	Fakten und Regeln in Prolog	338
10.2.2	Horn-Klauseln und Unifikation	339
10.2.3	Ableitungsreihenfolge.....	343
10.2.4	Probleme der logischen Programmierung	344
10.3	Regelbasiertes Programmieren	346
10.3.1	Imperatives regelbasiertes Programmieren.....	346
10.3.2	Deklaratives regelbasiertes Programmieren	348
10.4	Zusammenfassung und Literatur	351
11	Semantik und Korrektheit	353
11.1	Über den Begriff der Korrektheit	353
11.2	Spezifikation von Modellen.....	355
11.3	Semantik von Programmen.....	361
11.4	Bereichssemantik	362
11.5	Axiomatische Semantik	372
11.6	Operationale Semantik.....	378
11.7	Übersetzersemantik.....	383
11.8	Denotationale Semantik.....	387
11.9	Funktionale Semantik	391

11.10	Korrektheit von Programmen	396
11.10.1	Ein Verifikationsschema	396
11.10.2	Voraussetzungen für die Verifizierbarkeit eines Programms	398
11.11	Zusammenfassung und Literatur	399
12	Testen	401
12.1	Fehlverhalten von Programmen	401
12.1.1	Falsche Programmeingabe	402
12.1.2	Mißverstandene Semantik der Programmiersprache	403
12.1.3	Bereichsüberschreitungen	404
12.1.4	Unterschiedliche Implementierung und Optimierung	406
12.1.5	Mathematische Grenzwertaussagen	407
12.1.6	Anmerkungen	410
12.2	Zur Problematik des Testens	410
12.2.1	Definition und Begriffe	411
12.2.2	Operationales Testen	413
12.2.3	Systemtechnische Programmunterstützung	415
12.3	Vollständiges Testen	416
12.3.1	Manueller Vergleich	417
12.3.2	Rechnergestützter Vergleich	417
12.3.3	Werkzeuge und Konzepte zur Testunterstützung	419
12.4	Partielles Testen	420
12.4.1	Psychologie des Testens	420
12.4.2	Regeln des Testens	421
12.5	Bestimmung geeigneter Testdaten	422
12.5.1	Kontrollflußorientierte Tests	423
12.5.2	Datenflußorientierte Tests	423
12.5.3	Funktionale Tests	424
12.5.4	Diversifizierende Tests	424
12.5.5	Zufallstests	425
12.5.6	Spezialwerttests	425
12.5.7	Bereichstests und Grenzwertanalysen	426
12.6	Vollständigkeitsäquivalentes Testen	426
12.7	Zusammenfassung und Literatur	429
13	Softwaretechnik	431
13.1	Das Phasenmodell	432
13.1.1	Die Softwarekrise	432
13.1.2	Der Softwarelebenszyklus	433
13.1.3	Die Problemanalyse	433
13.1.4	Der Entwurf	437
13.1.5	Die Implementierung	439
13.1.6	Die Integration	440
13.1.7	Die Installation	441

13.1.8	Wartung und Pflege	441
13.1.9	Kritik am Phasenmodells	442
13.2	Werkzeuge zur Softwareerstellung	444
13.2.1	Dedizierte Werkzeuge der Softwaretechnik	444
13.2.2	Case und Werkzeuge für Case	446
13.3	Methoden zur Systemanalyse	448
13.3.1	Strukturierte Analyse	449
13.3.2	Objektorientierte Analyse	452
13.4	Zusammenfassung und Literatur	453

Teil IV Beispiele zur Programmierung

14	Algorithmen für numerische Probleme	455
14.1	Komplexität	455
14.1.1	Allgemeine Definition der Komplexität	456
14.1.2	NP-vollständige Probleme	458
14.2	Algorithmen für ganzzahlige Probleme	460
14.2.1	Bestimmung der ersten N Primzahl	460
14.2.2	Der größte gemeinsame Teiler	461
14.2.3	Ganzzahlige Nullstelle	463
14.2.4	Umrechnung der Basen von Zahlendarstellungen	464
14.3	Algorithmen für nichtganzzahlige Probleme	466
14.3.1	Nullstellen eines Polynoms	466
14.3.2	Extremwerte von Funktionen	469
14.3.3	Werte für analytische Funktion	470
14.3.4	Zufallszahlen	474
14.3.5	Transformationen	478
14.3.6	Spline-Interpolation	481
14.3.7	Lineare Gleichungssysteme	484
14.4	Lineare Optimierung	486
14.4.1	Normalform der Aufgabenstellung	487
14.4.2	Mathematische Lösung des Optimierungsproblems	488
14.4.3	Effiziente Lösung des Optimierungsproblems	491
14.5	Dynamische Regelung	494
14.6	Zusammenfassung	497
15	Sortieralgorithmen	499
15.1	Grundlagen des Sortierens	499
15.1.1	Grundbegriffe des Sortierens	499
15.1.2	Einteilung der Sortierverfahren	502
15.1.3	Langsamste und schnellste Sortierverfahren	503
15.2	Direkte Algorithmen zum Sortieren	504
15.2.1	Sortieren durch Auswählen	505

15.2.2	Sortieren durch Einfügen	505
15.2.3	Sortieren durch Vertauschen	506
15.3	Schnelle Algorithmen zum Sortieren von Feldern	507
15.3.1	Heapsort	507
15.3.2	Quicksort	510
15.3.3	Distribution Sort	512
15.4	Algorithmen zum Mischen von Datenfolgen	514
15.5	Topologisches Sortieren	518
15.6	Zusammenfassung und Literatur	521
16	Suchalgorithmen	523
16.1	Algorithmen zum Suchen in Feldern	523
16.1.1	Lineares Suchen	523
16.1.2	Binäres Suchen	524
16.1.3	Fibonacci-Suchen	525
16.1.4	Suchen im Anfangsbereich eines Feldes	525
16.1.5	Interpolationssuche	526
16.2	Suchen von Teilfeldern	527
16.3	Suchen auf Feldern durch Hashen	529
16.3.1	Hashfunktion	530
16.3.2	Hashverfahren mit externer Kollisionsbehandlung	531
16.3.3	Hashverfahren mit interner Kollisionsbehandlung	532
16.3.4	Dynamisches Hashen	533
16.4	Bearbeitung von Texten	534
16.4.1	Speicherrepräsentation von Texten	535
16.4.2	Vergleich von Texten	536
16.4.3	Verketteten von Texten	537
16.5	Suchen in Texten	539
16.5.1	Direktes Suchen in Texten	539
16.5.2	Suchen in Texten nach Knuth-Morris-Pratt	541
16.5.3	Suchen in Texten nach Boyer-Moore	543
16.6	Zusammenfassung und Literatur	548
17	Algorithmen für dynamische Datenstrukturen	549
17.1	Basisalgorithmen auf verketteten Datensätzen	549
17.1.1	Basisalgorithmen auf linearen Listen	550
17.1.2	Basisalgorithmen auf Bäumen	554
17.2	Balancierte Binärbäume und AVL-Bäume	561
17.2.1	Definition der AVL-Bäume	561
17.2.2	Einfügen von Knoten in AVL-Bäume	564
17.2.3	Löschen in AVL-Bäumen	569
17.3	Organisation großer Datenmengen mit B-Bäumen	574
17.3.1	Speicherhierarchien und Plattenspeicher	574

17.3.2	Struktur von B-Bäumen	578
17.3.3	Suchen in B-Bäumen	579
17.3.4	Das Einfügen in B-Bäume	579
17.3.5	Löschen in B-Bäumen	581
17.3.6	Eigenschaften von B-Bäumen	582
17.4	Konstruktion optimaler Suchbäume	583
17.5	Zusammenfassung und Literatur	587
18	Objektorientierte Analyse und objektorientierter Entwurf	589
18.1	Spezialisierung von Objekten	590
18.2	Logische Beziehungen zwischen Objekten	593
18.3	Teilebeziehungen zwischen Objekten	595
18.4	Kommunikation zwischen Objekten.....	597
18.5	Struktur der Objekte	600
18.6	Objektorientierte Analyse	602
18.7	Objektorientierter Entwurf.....	604
18.8	Objektorientierte Analyse einer Gehaltsabrechnung	606
18.8.1	Generelle Aufgabenstellung und Angaben	606
18.8.2	Spezifikation von Objekten	608
18.9	Objektorientierte Analyse eines Simulationssystems	612
18.9.1	Generelle Aufgabenstellung und Angaben	613
18.9.2	Klassen und Objekte	613
18.9.3	Gen/Spec-Strukturen.....	613
18.9.4	Ganze/Teile-Strukturen.....	614
18.9.5	Die Subjektsicht des Simulationssystems	617
18.10	Zusammenfassung und Literatur	618
Anhänge		
Anhang A	Formale Logik.....	619
A.1	Aussagenlogik.....	619
A.2	Quantorenlogik	621
A.3	Modale und temporale Logiken.....	622
A.4	Das Induktionsprinzip.....	625
Anhang B	Literatur	627
Anhang C	FirstStep Eine Ausbildungssprache	631
C.1	Die Struktur von FirstStep	632

C.2	Link-Definitionen.....	633
C.3	Schreibweise	633
C.3.1	Syntaktische Notation.....	633
C.3.2	Bezeichner	634
C.3.3	Kommentare	634
C.4	Blöcke	634
C.5	Definitionen	635
C.6	Deklarationen	637
C.6.1	Allgemeines	637
C.6.2	Einfache Typen.....	637
C.6.3	Strukturierte Typen.....	638
C.6.4	Erweiterter Zugriff auf Objekte: disclose.....	641
C.7	Anweisungen.....	642
C.7.1	Zuweisungen und Dereferenzierung	643
C.7.2	Ausdrücke.....	644
C.7.3	Bedingte Anweisungen.....	645
C.7.4	Wiederholte Anweisungen	646
C.8	Funktionen und Prozeduren	648
C.8.1	Definition von Funktionen und Prozeduren	648
C.8.2	Funktions- und Prozedurvariable	650
C.9	Klassen.....	652
C.9.1	Allgemeine Konzepte in Klassen	652
C.9.2	Verwendung von Klassen.....	656
C.10	Ein- und Ausgabe, Dateien und Verbindungen	659
C.11	Syntax	662
	Anhang D Namen- und Sachregister	669