

Inhaltsverzeichnis

Propädeutik des Algorithmenbegriffs	1
0.1 Etymologie des Wortes Algorithmus	1
0.2 Was charakterisiert Algorithmen?	3
0.3 Programmieren als evolutionärer Prozeß	9
0.4 'How to solve it'	10
1. Kapitel. Rechenvorschriften	13
1.1 Der Parameterbegriff	13
1.2 Vereinbarung einer Rechenvorschrift	16
1.3 Hierarchischer Aufbau von Rechenvorschriften	17
1.3.1 Die Stützrelation und primitive Rechenstrukturen	18
1.3.2 Das Einsetzungsprinzip	21
1.3.3 Alternativen	22
1.3.4 Eingabe und Ausgabe	24
1.4 Rekursive Rechenvorschriften und Systeme	24
1.4.1 Beispiele	24
1.4.2 Nachweis der Terminierung	27
1.4.3 Taxonomie der Rekursivität	28
1.4.4 Die Ebene der applikativen Formulierung	31
1.5 Mathematische Semantik: Fixpunkttheorie	32
1.5.1 Rekursive Rechenvorschriften und Funktionalgleichungen	32
1.5.2 Fixpunkttheorie	36
1.6 Induktionsbeweise für Eigenschaften von Rechenvorschriften	41
1.6.1 Die Berechnungsinduktion	41
1.6.2 Die Parameterinduktion	44
1.7 Operative Semantik: Maschinen	45
1.7.1 Expandieren und Komprimieren	46
1.7.2 Teilberechnung	48
1.7.3 Textersetzungsmaschinen	51
1.7.4 Die Kellermaschine	53
1.8 Einschränkung der Parametererstreckung	67
1.9 Dijkstras Wächter	69
1.10 Prä-algorithmische Formulierungen mittels Auswahl und Kennzeichnung	74
1.10.1 Der Auswahloperator η	75
1.10.2 Der Kennzeichnungsoperator ι	77
1.11 Semantik nicht-deterministischer Konstruktionen	78

1.11.1 Prä-Algorithmen und Algorithmen	78
1.11.2 Gewinnung von Algorithmen aus Prä-Algorithmen	80
1.11.3 Mathematische Semantik nicht-determinierter Rechenvorschriften	84
1.11.4 Operative Semantik nichtdeterministischer Algorithmen	88
1.12 Rechenvorschriften mit mehrfachem Ergebnis	90
1.13 Strukturierung von Rechenvorschriften	92
1.13.1 Strukturierung durch Abstraktion und durch Einbettung	92
1.13.2 Abschnitte und unterdrückte Parameter	97
1.13.3 Objektvereinbarungen	101
1.13.4 Resultatparameter und Gleichbesetzungstabu	105
1.14 Rechenvorschriften als Parameter und Ergebnisse	109
1.14.1 Rechenvorschriften als Ergebnisse	110
1.14.2 Funktionale Programmierung	112
1.14.3 Die D-Berechnungsregel	114
Anhang: Notationen	116
2. Kapitel. Objekte und Objektstrukturen	121
2.1 Bezeichnungen	122
2.2 Gültigkeitsbereich einer frei gewählten Bezeichnung	124
2.3 Gattungen von Objekten	124
2.4 Objektmengen, Arten	125
2.5 Zusammengesetzte Arten und Objekte	130
2.6 Selektoren, Strukturen mit direktem (Selektor-) Zugriff	132
2.6.1 Verbunde	133
2.6.2 Reihungen	134
2.6.3 Die Selektionsstruktur von Verbund und Reihung	136
2.7 Artvarianten	138
2.8 Einführung neuer Arten: Zusammenfassung	142
2.9 Rekursive Objektstrukturen	145
2.9.1 Definition rekursiver Objektstrukturen	145
2.9.2 Objektdiagramme	150
2.9.3 Operative Detaillierung von Objekten	157
2.10 Algorithmen mit linearen Objektstrukturen	159
2.11 Sequentielle Dateien	166
2.11.1 „Zusammenstricken“ von Sequenzen	166
2.11.2 Hefte und Rollen	168
2.12 Algorithmen mit kaskadenartigen Objektstrukturen	170
2.13 Durchlaufen und Durchmustern rekursiver Objektstrukturen	172
2.14 Unendliche Objekte	176
2.14.1 Nexen von Objekten	177
2.14.2 Verzögerte Auswertung	181
2.15 Einige Besonderheiten von Reihungen	184
2.15.1 Reihungen mit errechneten Indexgrenzen	185
2.15.2 Induzierte Operationen auf Reihungen	186
2.16 Nochmals Rechenvorschriften mit mehrfachem Ergebnis	186
Anhang: Notationen	188

3. Kapitel. Rechenstrukturen	193
3.1 Konkrete Rechenstrukturen	194
3.1.1 Der Abschirmungseffekt	194
3.1.2 Eigenschaften von Operationen	196
3.1.3 Definition konkreter Rechenstrukturen	197
3.1.4 Atomare Beispiele	200
3.2 Abstrakte Rechenstrukturen und abstrakte Typen	203
3.2.1 Grundlegende Begriffe	203
3.2.2 Semantik abstrakter Rechenstrukturen und Typen	207
3.2.3 Vollständigkeit der Eigenschaften	211
3.2.4 Konkretisierung eines abstrakten Typs	213
3.2.5 Notation und erste Beispiele	213
3.2.6 Konstruktoren und Selektoren	220
3.3 Abstrakt definierte Reihungen	222
3.3.1 Einseitig flexible Reihungen	222
3.3.2 Zweiseitig flexible Reihungen	225
3.3.3 Aggregate	228
3.4 Sequenzartige Rechenstrukturen	230
3.4.1 Stapel, Deck und Schlange	230
3.4.2 Abschweifung: Teilbarkeitstheorie in Halbgruppen	233
3.4.3 Sequenz und Wort	234
3.4.4 Vergiß-Funktor	239
3.4.5 Mengen	241
3.5 Zahlartige Rechenstrukturen	245
3.5.1 Peano-Zahlen	245
3.5.2 Zykelzahlen und natürliche Zahlen	251
3.5.3 Abschweifung: Erweiterung durch formale Quotienten	253
3.5.4 Die ganzen Zahlen	254
3.5.5 Die rationalen Zahlen	257
3.5.6 Stellenwertsysteme und B-al-Brüche	259
3.6 Wechsel von abstrakten Typen und Objektstrukturen	261
3.6.1 Typ-Wechsel und Typ-Verwandtschaft	262
3.6.2 Konkretisierung	263
3.6.3 Implementierung konkreter Rechenstrukturen	268
3.6.4 Beispiel: Binarisierung	270
3.6.5 Beispiel: Packen von Objekten	275
Anhang: Notationen	276
4. Kapitel. Überführung in repetitive Form	279
4.1 Schemata und Transformationen	279
4.2 Behandlung linearer Rekursivitäten	282
4.2.1 Die Technik der Klammernverschiebung („Um-Klammerung“)	282
4.2.2 Die Technik der Operandenvertauschung	285
4.2.3 Funktionsumkehrung	288
4.2.4 Die Transformation von Paterson und Hewitt	292

4.2.5	Funktionsumkehrung unter Einführung von Stapeln	293
4.3	Behandlung nichtlinearer Rekursivitäten	297
4.3.1	Methode des allgemeinen Ansatzes	298
4.3.2	Arithmetisierung des Ablaufs	304
4.3.3	Spezielle Fälle geschachtelter Rekursion	307
4.3.4	Die Technik der Wertverlaufs-Tabellierung	310
4.4	Entflechtung des Ablaufs	312
4.4.1	Entflochtene Rechenvorschriften	312
4.4.2	Entflechtung rekursiver Rechenvorschriften mittels Funktionsumkehrung	314
4.4.3	Umformung des Ablauftyps	318
5.	Kapitel. Programmvariable	321
5.1	Ursprung von Programmvariablen	321
5.1.1	Spezialisierung der Kellermaschine	323
5.1.2	Spezialisierung der Wertverlaufsmaschine	327
5.2	Formale Einführung der Programmvariablen	330
5.2.1	Sequentialisierung von Objektvereinbarungen	331
5.2.2	Programmvariable als Mittel zur Bezeichnungersparnis	333
5.2.3	Ausdruck mit Seiteneffekt	337
5.2.4	Vollständige Sequentialisierung von kollektiven Zuweisungen	339
5.3	Prozeduren	342
5.3.1	Programmvariable als Parameter	342
5.3.2	Gleichbesetzungstabu, Alias-Verbot und unterdrückte Variablenparameter	347
5.3.3	Gemeinbenutzung von Variablen	350
5.3.4	Initialisierung	351
5.3.5	Eigenschaften von Programmvariablen	353
5.4	Axiomatische Beschreibung von Programmiersprachen	354
5.4.1	Prädikattransformationen	354
5.4.2	Programmverifikation	359
5.5	Variable für strukturierte Objekte	362
5.5.1	Selektive Änderung	363
5.5.2	Bemerkungen zur Ein-/Auszgabe	364
Anhang:	Notationen	365
6.	Kapitel. Ablaufbestimmende Elemente	367
6.1	Entparametrisierung und formale Behandlung der Wiederholung	367
6.1.1	Entparametrisierung	367
6.1.2	Semantik der Wiederholung	372
6.1.3	Analytische Behandlung des Protokollkellers	374
6.2	Sprünge	376
6.2.1	Schlichter Aufruf als ablaufbestimmendes Grundelement	376
6.2.2	Einführung von Sprüngen	379

6.3	Die allgemeine do-od -Konstruktion	383
6.4	Schleifen	385
6.4.1	Abweisende und nicht-abweisende Wiederholung	385
6.4.2	Gezählte Wiederholung	388
6.5	Schleifen und repetitive Systeme	389
6.6	Sequentielle Schrittschaltwerke	390
6.7	Ablaufdiagramme	393
6.7.1	Klassische Ablaufdiagramme	394
6.7.2	Aufspaltung und Sammlung	396
6.7.3	Koordinierte Ablaufdiagramme	401
6.8	Petri-Netze	406
6.8.1	Theorie der Petri-Netze	406
6.8.2	Aufbau von Petri-Netzen, Zusammenhang mit koordinierten Ablaufdiagrammen	409
6.9	bool -Petri-Netze, Signale	412
6.10	nat -Petri-Netze, Semaphore	418
	Anhang: Notationen	421

7. Kapitel. Organisierte Speicher und Geflechte

423

7.1	Organisierte Speicher	423
7.1.1	Selektive Umbesetzung	424
7.1.2	Kollektion und Zusammensetzung von Variablen	426
7.1.3	Errechnete Variablen	427
7.1.4	Aufbau organisierter Speicher und Erzeugung von Variablen	429
7.1.5	Vor- und Nachteile organisierter Speicher	433
7.2	Nochmals: Identität von Variablen und Alias-Verbot	433
7.2.1	Revision des Zuweisungsaxioms	434
7.2.2	Überprüfung des Besetzungstabus	435
7.3	Implementierung von Objektstrukturen durch organisierte Speicher	436
7.4	Geflechtimeplementierung organisierter Speicher	440
7.4.1	Verweise auf Variable: Zeiger	440
7.4.2	Wirths Kopplung	446
7.4.3	Leit-Variable	447
7.4.4	Implementierung von Rechenstrukturen mit Hilfe von Geflechten	450
7.4.5	Eigenschaften von Zeigern	452
7.5	Meliorierung von Algorithmen mit Geflechten durch selektive Umbesetzung	453
7.5.1	Algorithmen für Einweglisten	453
7.5.2	Algorithmen für Zweiweglisten	456
7.6	Adressierung	458
7.6.1	Variablenadressen	459
7.6.2	Sprungadressen	460
7.6.3	Echte Adressen	461
7.6.4	Ausblick auf die Systemprogrammierung	464
	Anhang: Notationen	464

Schluß. Programmieren als Entwicklungsprozeß	467
Programmspezifikation und -entwicklung in einheitlicher Sprache	467
Begrifflicher Aufbau der algorithmischen Sprache	471
Methodik des Programmierens	474
Literaturverzeichnis	475
Quellenangaben	486
Sach- und Namenverzeichnis	487
Glossar	510