

Inhaltsverzeichnis

1 Was ist Programmierung?	1
1.1 Eine informelle Einleitung	1
1.1.1 Algorithmen	2
1.1.2 Schalter und Symbole	4
1.1.3 Turingmaschine	7
1.1.4 Berechenbarkeit	8
1.2 Der Von-Neumann-Rechner	10
1.3 Erstarrte Gedankenstrukturen	12
1.4 Programmierung im Kleinen	15
1.4.1 Methoden der Software-Erstellung	15
1.4.2 Erstellung einfacher Programme	19
1.5 Ebenen der Programmierung	20
1.5.1 Formale Sprachen, menschliche Sprachen	20
1.5.2 Assembler	22
1.5.3 Höhere Programmiersprachen	23
1.6 Programmieren und Informatik	27
1.6.1 Verantwortung der Informatiker	28
2 Metasprachen	29
2.1 Definition formaler Sprachen	29
2.2 Ziffern und Zahlen	31
2.3 Namen	32
2.4 Arithmetische Ausdrücke	34
2.5 Erweiterung für Modula-3 Syntax	35
3 Struktur von Programmen	37
3.1 Strukturierung	37
3.2 Sprachumgebungen	38
3.3 Statik und Dynamik eines Programms	40
3.3.1 Daten und Datentypen	41
3.3.2 Algorithmen und Prozeduren	44
3.4 Aufbau von Modula-3-Programmen	45
3.4.1 Das Modul	45

3.4.2	Hello World	47
3.4.3	Programmtext	50
3.4.4	Arithmetisches Mittel berechnen	50
3.4.5	SIO-Schnittstelle	54
4	Vordefinierte Datentypen	55
4.1	Ganze Zahlen	55
4.1.1	Wertebereich	55
4.1.2	Operationen	56
4.2	Logischer Typ	62
4.2.1	Wertebereich	62
4.2.2	Operationen	63
4.3	Zeichen	66
4.3.1	Wertebereich	66
4.3.2	Operationen	67
4.4	Texte	69
4.4.1	Wertebereich	70
4.4.2	Operationen	71
4.5	Gleitkommazahlen	75
4.5.1	Wertebereich	76
4.5.2	Gleitkommaliterale	77
4.5.3	Operationen	78
4.5.4	Ein- und Ausgabe von Gleitkommazahlen	81
5	Anweisungen	85
5.1	Die Wertzuweisung	85
5.2	Strukturierte Anweisungen	86
5.3	Sequenz	89
5.4	Verzweigungen	90
5.4.1	Die If-Anweisung	90
5.4.2	Case-Anweisung	95
5.4.3	Äquivalenz von If und Case	99
5.5	Schleifen	100
5.5.1	While-Schleife	100
5.5.2	Schleifeninvarianten	105
5.5.3	Repeat-Schleife	108
5.5.4	For-Schleife	111
5.5.5	Loop-Anweisung	113
5.5.6	Äquivalenz der Wiederholungsanweisungen	116
6	Benutzerdefinierte einfache Typen	119
6.1	Aufzählungstyp	119
6.1.1	Vordefinierte Aufzählungen	121

6.1.2	Wertebereich	122
6.1.3	Operationen	122
6.2	Unterbereichstyp	125
6.2.1	Operationen	127
6.2.2	Vordefinierter Unterbereich	128
7	Ausdrücke und Deklarationen	129
7.1	Ausdrücke	129
7.1.1	Syntax von Ausdrücken	129
7.1.2	Auswertung von Ausdrücken	131
7.1.3	Auswertung von logischen Ausdrücken	132
7.2	Deklarationen	133
7.2.1	Konstantendeklarationen	134
7.2.2	Typdeklarationen	136
7.2.3	Variablendeklarationen	136
7.3	Äquivalenz von Typen	138
7.4	Subtypen	138
7.5	Zuweisungskompatibilität	140
7.6	Ausdruckskompatibilität	141
8	Zusammengesetzte statische Typen	145
8.1	Arrays	146
8.1.1	Eindimensionale Arrays	147
8.1.2	Mehrdimensionale Arrays	148
8.1.3	Arraykonstruktoren	150
8.1.4	Operationen mit Arrays	153
8.1.5	Beispiel Stundenplan	155
8.1.6	Lineares Suchen in einem Array	157
8.1.7	Sortieren eines Arrays	160
8.2	Records	162
8.2.1	Recordselektoren	164
8.2.2	Recordkonstruktoren	164
8.2.3	Operationen mit Records	166
8.2.4	With-Anweisung	168
8.2.5	Beispiel Studentenverwaltung	168
8.3	Mengen	170
8.3.1	Wertebereich	172
8.3.2	Mengenkonstruktoren	173
8.3.3	Operationen mit Mengen	173
8.3.4	Beispiel Zahleneingabe	176
8.4	Vergleich Arrays, Records und Mengen	178
8.5	Gepackte Datentypen	178

9	Strukturierung von Algorithmen	181
9.1	Blockstruktur	181
9.2	Prozeduren und Funktionen	185
9.2.1	Prozedurdeklaration	188
9.2.2	Aufruf von Prozeduren	190
9.3	Parameterübergabearten	192
9.3.1	Wertparameter	194
9.3.2	Variablenparameter	194
9.3.3	Schreibgeschützte Parameter	195
9.3.4	Informationsübertragung durch globale Variablen	196
9.3.5	Vergleich der Parameterarten	197
9.4	Bestimmung der Prozeduren	201
9.5	Name, Typ und Default von Parametern	202
9.6	Eval-Anweisung	204
9.7	Prozedurtypen	206
9.7.1	Operationen mit Prozeduren	206
10	Module	211
10.1	Aufbau	217
10.1.1	Schnittstelle	217
10.1.2	Implementierung	219
10.1.3	Übersetzungseinheiten	220
10.2	Verwendung von Modulen	221
10.2.1	Strukturierung des Datenraumes	223
10.2.2	Typbildung	226
10.2.3	Bildung von Werkzeugkästen	230
10.3	Ein Beispiel mit graphischen Elementen	230
10.4	Modularisierung	236
11	Dynamische Datenstrukturen	239
11.1	Dynamik in statischen Datenstrukturen	240
11.1.1	Implementierung von Stapeln in Arrays	240
11.1.2	FIFO-Warteschlangen in Arrays	243
11.1.3	Beispiel Turnusdienste	247
11.1.4	Explizite Adreßverwaltung: Zeiger	248
11.1.5	Adreßverwaltung durch das System	250
11.2	Dynamische Daten in Modula-3	254
11.2.1	Anlegen und Freigeben	254
11.2.2	Operationen mit Referenzen	259
11.2.3	Offene (dynamische) Arrays	259
11.2.4	Arrays von Referenzen	260
11.3	Subtypen	262
11.3.1	Subtypregel für Referenzen	263

11.3.2 Subtypregel von Arrays	265
11.4 Gekapselte Datentypen	265
11.4.1 Verdeckte Datentypen	267
11.4.2 Aufdeckung	268
11.4.3 Ein abstrakter und generischer Stapel	271
11.4.4 Regeln zur Bildung von gekapselten Datentypen	274
11.5 Dynamische Strukturen	275
11.5.1 Listen	277
11.5.2 Arten von Listen	278
11.5.3 Einfach verkettete, sortierte lineare Liste	279
12 Rekursion	287
12.1 Rekursive Algorithmen	289
12.1.1 Grundlagen rekursiver Programmierung	289
12.1.2 Verwendung von Rekursion	295
12.1.3 Ein schnelles Sortierverfahren	298
12.1.4 Die Türme von Hanoi	299
12.1.5 Rekursive Listenverwaltung	302
12.2 Rekursive Datenstrukturen	304
12.2.1 Bäume	304
12.2.2 Binärbäume und Suchbäume	308
12.2.3 Binäre Suchbäume	311
12.2.4 Durchwandern eines Baumes	312
12.2.5 Implementierung des binären Suchbaums	314
13 Objekte	323
13.1 Objektorientierte Modellierung	323
13.2 Objektorientierte Programmierung	326
13.2.1 Kapselung	327
13.2.2 Vererbung	327
13.2.3 Polymorphismus	328
13.2.4 Dynamische Bindung	329
13.2.5 Objektorientierte Anwendungen	330
13.3 Objekttypen in Modula-3	331
13.3.1 Deklaration von Objekttypen	332
13.3.2 Realisierung von Objekten	334
13.3.3 Implementierung von Methoden	334
13.3.4 Ansprechen der Objektkomponenten	336
13.3.5 Anlegen von Objekten	337
13.3.6 Subtypregeln für Objekte	338
13.4 Kapselung von Objekttypen	338
13.4.1 Vererbung	342
13.4.2 Polymorphismus und dynamische Bindung	345

13.4.3	Generalisierung	349
13.4.4	Die Baum-Klassenhierarchie	359
13.4.5	Subklassen der Binärbäume	365
14	Persistente Datenstrukturen	369
14.1	Dateien	370
14.1.1	Zugriff auf Dateien	371
14.1.2	Zugriffsfunktionen	371
14.1.3	Dateien und Arbeitsspeicher	372
14.1.4	Dateitypen	373
14.2	Dateien in Modula-3	373
14.2.1	Eingabe- und Ausgabeströme	374
14.2.2	Fmt und Scan	378
14.2.3	Simple-IO	381
14.3	Persistente Variablen	385
14.3.1	Implementierung	386
15	Behandlung von Ausnahmen	393
15.1	Ausnahmen in Programmen	394
15.2	Ausnahmebehandlung in Modula-3	397
15.2.1	Ausnahmen, Laufzeitfehler, Programmierfehler	397
15.2.2	Deklaration von Ausnahmen	398
15.2.3	Generieren von Ausnahmen	398
15.2.4	Behandlung von Ausnahmen	399
15.2.5	Weiterleitung von Ausnahmen	400
15.3	Aufschieben der Ausnahmebehandlung	402
15.4	Strategien der Ausnahmebehandlung	405
16	Parallele Programmierung	407
16.1	Motivation für Parallelität	407
16.2	Parallele Programme	410
16.3	Threads in Modula-3	413
16.3.1	Scheduler der Modula-3-Umgebungen	413
16.3.2	Erzeugen von Threads	414
16.4	Gemeinsame Variablen	420
16.4.1	Datenparallele Algorithmen	420
16.4.2	Kritischer Bereich und gegenseitiger Ausschluß	425
16.4.3	Typ Mutex und Lock-Anweisung	426
16.4.4	Monitor	429
16.4.5	Semaphor	438
16.5	Nachrichtenaustausch	442
16.5.1	Client/Server-Modell	443
16.5.2	Synchrone Nachrichtenkommunikation	444

16.5.3 Asynchrone Nachrichtenkommunikation	444
Schlußwort	449
A Eine kleine Datenbank	451
A.1 Die Aufgabe	451
A.2 Das Objektmodell	452
A.3 Schnittstellen des Objektmodells	456
A.3.1 Schnittstelle des Basisobjekts	456
A.3.2 Die spezifischen Schnittstellen	457
A.4 Benutzeroberfläche	457
A.4.1 Eingabe-Strategie	457
A.4.2 Ausgabe	460
A.5 Implementierung	460
A.5.1 Persistente Mengen	461
A.5.2 Mengen	462
A.5.3 Objektlisten	464
A.5.4 Hilfsmodule	464
A.5.5 Selektionen	464
A.5.6 Implementierungsmodule des Objektmodells	466
A.5.7 Eingabe	467
A.5.8 Abfragen	468
A.6 Schnittstellen	469
A.7 Implementierungsmodule	473
B Sprachbeschreibung	495
B.1 Aufbau von Modula-3-Programmen	495
B.1.1 Module	496
B.1.2 Schnittstellen	496
B.1.3 Import	497
B.1.4 Kritische Module	497
B.1.5 Generische Module und Schnittstellen	498
B.2 Typen	499
B.2.1 Strukturelle Typäquivalenz	499
B.2.2 Ordinaltypen	499
B.2.3 Mengentypen	501
B.2.4 Gleitkommatypen	501
B.2.5 Array	501
B.2.6 Recordtypen	503
B.2.7 Gepackte Typen	504
B.2.8 Prozedurtypen	504
B.2.9 Referenztypen	506
B.2.10 Objekttypen	507

B.2.11 Text und Mutex	508
B.2.12 Die Subtyprelation <:	509
B.3 Deklarationen	510
B.3.1 Konstanten	511
B.3.2 Typen	511
B.3.3 Aufdeckung	512
B.3.4 Variablen	512
B.3.5 Ausnahmen	513
B.3.6 Prozeduren	513
B.3.7 Rekursive Deklarationen	514
B.4 Anweisungen	514
B.4.1 Blöcke	515
B.4.2 Zuweisung	515
B.4.3 Prozeduraufruf	516
B.4.4 Eval	517
B.4.5 Return	517
B.4.6 If	518
B.4.7 Case	518
B.4.8 Typecase	519
B.4.9 Loop	519
B.4.10 Exit	519
B.4.11 While	520
B.4.12 For	520
B.4.13 Repeat	520
B.4.14 Raise	521
B.4.15 Try-Except	521
B.4.16 Try-Finally	521
B.4.17 With	522
B.4.18 Inc und Dec	522
B.4.19 Lock	523
B.5 Ausdrücke	523
B.5.1 Designatoren	524
B.5.2 Arithmetische Operationen	526
B.5.3 Relationen	527
B.5.4 Boolesche Operatoren	527
B.5.5 Textoperatoren	528
B.5.6 Operatoren für Referenztypen	528
B.5.7 Funktionsaufruf	528
B.5.8 First, Last und Number	528
B.5.9 New	529
B.5.10 Typumwandlungen	530
B.5.11 Abfragen des Speicherbedarfs	531
B.5.12 Konstante Ausdrücke	531

B.6	Kritische Operationen	531
B.6.1	Loophole	532
B.6.2	Adreßarithmetik	532
B.6.3	Dispose	532
B.7	Programmtext	532
B.7.1	Schlüsselwörter	533
B.7.2	Reservierte Namen	533
B.7.3	Namen	533
B.7.4	Kommentare	533
B.7.5	Pragmas	533
B.7.6	Literale	534
C	Bibliotheksschnittstellen	537
C.1	Standardschnittstellen	537
C.1.1	Text	537
C.1.2	Thread	538
C.1.3	Word	540
C.1.4	Real	541
C.1.5	Float	541
C.1.6	FloatMode	543
C.2	Formatierung	544
C.2.1	Fmt	544
C.2.2	Scan	546
C.3	Ein-/Ausgabeströme	546
C.3.1	Rd	546
C.3.2	Wr	548
C.3.3	Simple Input/Output (SIO)	549
C.3.4	Simple Files (SF)	551
D	Modula-3-Sprachumgebungen	553
D.1	Die DEC/SRC Sprachumgebung	553
D.2	Eine PC-Sprachumgebung	554
D.2.1	Installation	554
D.2.2	Der Programmiereditor	554
D.2.3	Der Browser	556
D.2.4	Eine graphische Benutzeroberfläche	556
D.2.5	Einschränkungen	557
E	Modula-3-Syntax	559
	Literatur	563
	Index	567