

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Was heißt Programmieren?	1
1.2	Algorithmen und Spezifikationen	2
1.2.1	Problemlösen durch Algorithmen	2
1.2.2	Spezifikationen	3
1.2.3	Algorithmen	6
1.2.4	Verifikation von Algorithmen	6
2	Grafische Darstellungsmittel	9
2.1	Struktogramme	9
2.2	Datenflussdiagramme	11
2.3	Programmablaufpläne	15
3	Die Entwicklungsumgebung	19
3.1	Projekte	19
3.2	Erstellen eines Projekts	20
3.3	Compiler oder Interpreter?	21
3.4	Übersetzen von Programmen	22
3.5	Compiler-Optionen	24
3.6	Beheben von Fehlern	25
3.7	Der Präprozessor	25
3.7.1	Die <code>#include</code> -Anweisung	26
3.7.2	Die <code>#define</code> -Anweisung	27
3.7.3	Makros	27
3.7.4	Vordefinierte Präprozessorkonstanten	29
3.7.5	Die <code>#if</code> -Anweisung	30
3.7.6	Die Anweisungen <code>#ifdef</code> und <code>#ifndef</code>	31
4	Erste Schritte	33
4.1	Grundlegendes	33
4.2	Was ist C?	33

4.3	Geschichte von C	34
4.4	Warum C?	35
4.5	Programmtextdateien	35
4.5.1	Der Programmtext	35
4.5.2	Die Header-Dateien	35
4.6	Kommentare	36
4.7	Die Funktion <code>main</code>	37
4.8	Hallo Welt	38
4.9	Beispiele	39
4.9.1	Reklameschrift	39
4.9.2	Leerzeilen	39
4.9.3	Quelltext temporär ausschneiden	40
5	Variablen, Konstanten	41
5.1	Eigenschaften von Variablen und Konstanten	41
5.2	Variablen	41
5.2.1	Definition von Variablen	42
5.2.2	Namen von Variablen	42
5.2.3	Initialisierung von Variablen	43
5.3	Konstanten	44
5.4	Arbeiten mit Variablen und Konstanten	44
5.5	Beispiele	45
5.5.1	Berechnung der Fläche und des Umfanges eines Rechtecks	45
5.5.2	Versuch einer zirkularen Zuweisung	45
5.5.3	Dreieckstausch	45
6	Numerische Datentypen	47
6.1	Ganze Zahlen	47
6.1.1	Qualifizierer	47
6.1.2	Literale	48
6.1.3	Zahlensysteme	48
6.1.3.1	Zweierkomplement	49
6.1.3.2	Zahlensysteme in C	51
6.1.3.3	Umwandlung von Binär-, Oktal- und Hexadezimalzahlen	52
6.1.3.4	Umwandlung einer Binärzahl ins Dezimalsystem	52
6.1.3.5	Umwandlung einer Dezimalzahl ins Binärsystem	53
6.1.4	Operatoren	53
6.2	Punktzahlen	54
6.2.1	Gleitpunkt-Zahlensysteme in C	56

6.2.2	Literale	56
6.2.3	Operatoren	57
6.2.4	Mathematische Funktionen	57
6.3	Zeichen	58
6.3.1	Literale	59
6.3.2	Der ASCII-Code	59
6.3.3	Operatoren	61
6.3.4	Funktionen für Zeichen	61
6.4	Wahrheitswerte	62
6.5	void	62
6.6	Typumwandlung	62
6.7	sizeof	64
6.8	Beispiele	64
6.8.1	Umfang und Fläche eines Kreises	64
6.8.2	Lösen quadratischer Gleichungen	65
7	Eingabe – Ausgabe	67
7.1	Ausgabefunktionen	67
7.1.1	Ausgabe einer ganzen Zahl	68
7.1.2	Ausgabe einer Gleitpunkt-Zahl	69
7.1.3	Ausgabe von Adressen	70
7.1.4	Ausgabe eines Zeichens	70
7.1.5	Ausgabe einer Zeichenkette	71
7.1.6	Weitere Formatierungsmöglichkeiten	71
7.1.7	Probleme mit printf	72
7.1.8	Die Platzhalter von printf	72
7.2	Eingabefunktionen	72
7.2.1	Eingabe einer ganzen Zahl	73
7.2.2	Eingabe einer Gleitpunkt-Zahl	73
7.2.3	Eingabe eines Zeichens	73
7.2.4	Eingabe einer Zeichenkette	74
7.2.5	Probleme mit scanf	74
7.2.6	Die Platzhalter von scanf	75
7.3	Ein- und Ausgabe von Zeichen	76
7.4	Beispiele	76
7.4.1	Umfang und Fläche eines Kreises	76
7.4.2	Fehlersuche	76

8	Ausdrücke	77
8.1	Allgemeines	77
8.2	Reihenfolge der Auswertung	78
8.2.1	Prioritäten	78
8.2.2	Assoziativitäten	80
8.3	Operatoren	81
8.3.1	Arithmetische Operatoren	81
8.3.2	Die Zuweisung	82
8.3.2.1	Inkrement und Dekrement	83
8.3.2.2	Abkürzungen	87
8.3.3	Logische Operatoren	87
8.3.3.1	Vergleichsoperatoren	88
8.3.3.2	Der Operator &&	90
8.3.3.3	Der Operator 	92
8.3.3.4	Der Operator !	93
8.3.4	Bit-Operatoren	94
8.3.4.1	Der Operator &	94
8.3.4.2	Der Operator 	95
8.3.4.3	Der Operator ^	95
8.3.4.4	Der Operator ~	96
8.3.4.5	Der Operator <<	96
8.3.4.6	Der Operator >>	97
8.3.5	Der Operator ,	98
8.3.6	Der Operator ? :	99
8.4	Abstände	99
8.5	Beispiele	100
8.5.1	Teilbarkeit einer Zahl	100
8.5.2	Übungen zu logischen Ausdrücken	100
8.5.3	Berechnung der Signum-Funktion	102
8.5.4	Berechnung des Schaltjahres	102
9	Selektionen	103
9.1	Die if – Anweisung	103
9.2	Die switch – Anweisung	107
9.3	Beispiele	108
9.3.1	Lösen quadratischer Gleichungen	108
9.3.2	Berechnung der Einkommensteuer	109
9.3.3	Ein Menü	111
9.3.4	Osterregel nach Gauß	111

10 Iterationen	113
10.1 Die <code>for</code> - Anweisung	113
10.2 Die <code>while</code> - Anweisung	115
10.3 Die <code>do-while</code> - Anweisung	116
10.4 Besonderheiten der <code>for</code> - Anweisung	117
10.4.1 Weglassen von Ausdrücken	117
10.4.2 Mehrere Zähler	119
10.5 Die <code>break</code> - Anweisung	119
10.6 Die <code>continue</code> - Anweisung	120
10.7 Schachteln von Schleifen	121
10.8 Beispiele	122
10.8.1 Ein Kalender	122
10.8.2 Der Euklidische Algorithmus	125
10.8.3 Die ASCII-Tabelle	126
10.8.4 Gerade und ungerade Zahlen	127
10.8.5 Der Weihnachtsbaum	127
10.8.6 Ein Menü	131
10.8.7 Ein Zahlenratespiel	132
11 Funktionen	135
11.1 Definition einer Funktion	135
11.1.1 Namen von Funktionen	135
11.1.2 Parameter	136
11.1.3 Rückgabewerte	137
11.1.4 Der Rückgabewert der Funktion <code>main</code>	138
11.1.5 Ablauf eines Funktionsaufrufes	139
11.2 Deklaration einer Funktion	141
11.2.1 Externe Funktionen	144
11.2.2 Statische Funktionen	144
11.3 Beispiele	144
11.3.1 Leeren des Eingabepuffers	144
11.3.2 Kalender für ein Jahr	145
11.3.3 Einfacher Taschenrechner	152
12 Speicherklassen	155
12.1 Lokale Variablen	155
12.1.1 Die Blockstruktur von <code>C</code>	155
12.1.2 Variablen der Speicherklasse <code>auto</code>	157
12.1.3 Variablen der Speicherklasse <code>register</code>	157

12.1.4 Variablen der Speicherklasse <code>static</code>	158
12.2 Globale Variablen	158
12.2.1 Variablen der Speicherklasse <code>extern</code>	159
12.2.2 Variablen der Speicherklasse <code>static</code>	160
12.3 Übersicht über alle Speicherklassen in C	160
13 Felder	163
13.1 Eindimensionale Felder	163
13.2 Mehrdimensionale Felder	165
13.3 Initialisierung von Feldern	167
13.4 Konstante Felder	169
13.5 Felder als Parameter	169
13.6 Einfache Sortierverfahren	170
13.6.1 Minimum-Suche	170
13.6.2 Bubble Sort	172
13.7 Einfache Suchverfahren	173
13.7.1 Sequenzielles Suchen	173
13.7.2 Binäres Suchen	174
13.8 Beispiele	175
13.8.1 Multiplikation von Matrizen	175
13.8.2 Berechnung der Einkommensteuer – verbesserte Variante	177
13.8.3 Kopieren von Feldern	178
14 Zeiger	179
14.1 Allgemeines	179
14.2 Zeiger als Parameter	183
14.3 Die „Dualität“ von Zeigern und Feldern	184
14.4 Zeigerarithmetik	186
14.5 Komplexere Fälle: Felder von Zeigern, Zeiger auf Zeiger	187
14.6 Konstante Zeiger	191
14.7 Zeiger auf Funktionen	192
14.7.1 Adressen von Funktionen	192
14.7.2 Definition	192
14.7.3 Verwendung	193
14.7.4 Typdefinitionen mit <code>typedef</code>	194
14.8 Beispiele	195
14.8.1 Inkrement-Funktion	195
14.8.2 Lösen quadratischer Gleichungen – verbesserte Variante	196

15 Zeichenketten	199
15.1 Literale	199
15.2 Zeichenketten in C	200
15.3 Datentyp	201
15.4 Initialisierung von Zeichenketten	202
15.5 Elementare Funktionen für Zeichenketten	203
15.6 Felder von Zeigern auf Zeichenketten	205
15.7 Argumente der Funktion <code>main</code>	207
15.8 Beispiele	208
15.8.1 Vorzeitiges Ende einer Zeichenkette	208
15.8.2 Die Funktion <code>strcpy</code>	208
15.8.3 Die Funktion <code>strlen</code>	210
15.8.4 Die Funktion <code>strcmp</code>	210
15.8.5 Die Funktion <code>atol</code>	211
15.8.6 Kalender für ein Jahr – verbesserte Variante	212
15.8.7 Sortieren von Zeichenketten	213
15.8.8 Einfaches Verschlüsseln nach Julius Cäsar	214
16 Abgeleitete Datentypen	215
16.1 Richtlinien	215
16.2 Strukturen	216
16.2.1 Einfache Strukturen	217
16.2.2 Funktionen und Strukturen	220
16.2.3 Zeiger auf Strukturen	221
16.2.4 Felder von Strukturen	222
16.2.5 Bitfelder	225
16.3 Aufzählungen	226
16.4 Variante Strukturen	228
16.5 Rekursive Strukturen	232
16.6 Deklaration von abgeleiteten Datentypen	232
16.7 Typdefinition mit <code>typedef</code>	234
16.8 Beispiele	235
16.8.1 Ein Menü	235
16.8.2 Eine Adressverwaltung	237

17 Dateien	243
17.1 Datenströme	243
17.2 Öffnen und Schließen von Datenströmen	244
17.3 Ein- und Ausgabe	246
17.4 Beispiele	249
17.4.1 Kopieren von Dateien	249
17.4.2 Ausgeben von Dateien	250
17.4.3 Eine Adressverwaltung – verbesserte Variante	250
18 Rekursive Funktionen	257
18.1 Rekursive Algorithmen	257
18.2 Rekursive Funktionen in C	258
18.3 Beispiele	260
18.3.1 Binäres Suchen	260
18.3.2 Quicksort	261
19 Datenstrukturen	265
19.1 Datenstrukturen und abstrakte Datenstrukturen	265
19.2 Listen	266
19.2.1 Eigenschaften und Terminologie	266
19.2.2 Methoden und Implementierung	267
19.2.2.1 Einfügen eines neuen Elementes	269
19.2.2.2 Entfernen eines Elementes	271
19.2.3 Weitere Arten von Listen	273
19.3 Stapel und Schlangen	274
19.3.1 Stapel	274
19.3.2 Schlangen	275
19.3.3 Zirkularpuffer	275
19.4 Baum-Strukturen	276
19.4.1 Eigenschaften und Terminologie	276
19.4.2 Binäre Bäume	278
19.4.3 Binäre Suchbäume	280
19.4.4 Methoden	281
19.4.4.1 Traversieren von Bäumen	281
19.4.4.2 Suchen eines Elementes in einem binären Suchbaum	282
19.4.4.3 Einfügen eines neuen Elementes in einen binären Suchbaum	283
19.4.4.4 Löschen eines Elementes in einem binären Suchbaum	283
19.5 Heap-Strukturen	287
19.5.1 Eigenschaften	287

19.5.2	Methoden	288
19.5.2.1	Die Methode <i>UpHeap</i>	288
19.5.2.2	Die Methode <i>DownHeap</i>	289
19.5.2.3	Entfernen von Elementen	290
19.5.2.4	Aufbau eines Heaps durch Einfügen von Elementen	291
19.5.2.5	Aufbau eines Heaps in einem Feld	291
19.5.2.6	Sortieren mit Heaps	291
19.6	Hash-Strukturen	293
19.6.1	Hash-Funktion	297
19.6.2	Getrennte Verkettung	298
19.6.3	Eigenschaften	300
19.7	Vergleich der Datenstrukturen	300
20	Dynamischer Speicher	303
20.1	Aufgaben der Speicherverwaltung	303
20.2	Anfordern von Speicher	304
20.3	Verändern der Größe von Speicherblöcken	307
20.4	Freigeben von Speicher	308
20.5	Typische Fehler	308
20.5.1	Kein Speicher mehr frei	309
20.5.2	Freigabe mit einer falschen Adresse	309
20.5.3	Freigabe eines bereits freigegebenen Speichers	309
20.5.4	Freigabe eines Feldes	310
20.5.5	Freigabe einer Variable	310
20.5.6	Freigabe eines nicht initialisierten Zeigers	310
20.5.7	Zugriff auf einen ungültigen Speicher	310
20.5.8	Zugriff auf bereits freigegebenen Speicher	311
20.5.9	Zugriff mit falschen Indizes	311
20.5.10	Zugriff auf nicht initialisierten Speicher	311
20.5.11	Verlust des Speichers durch Überschreiben des Zeigers	312
20.5.12	Verlust des Speichers durch Verlust des Zeigers	312
20.5.13	Verlust des Speichers durch Rücksprung	313
20.5.14	Verlust des Speichers bei Rückgabe	313
20.5.15	Zu große Speicherblöcke	314
21	Numerik	315
21.1	Fehlerarten	315
21.1.1	Modellfehler	315
21.1.2	Datenfehler	315

21.1.3	Verfahrensfehler	316
21.1.4	Rundungsfehler	316
21.2	Mathematische Grundbegriffe	316
21.2.1	Relativer Fehler	317
21.2.2	Kondition	317
21.3	Sehr kleine und sehr große Zahlen	319
21.3.1	Ganze Zahlen	319
21.3.2	Punktzahlen	319
21.3.3	Summation von Punktzahlen	320
21.4	Auslöschung	322
22	Fehlerbehandlung	323
22.1	Behandlung von Fehlern im Programm	326
22.1.1	Fehlercodes	326
22.1.2	Fehlerweitergabe	328
22.2	Fehlerbehandlung mit Funktionen der Standard-Bibliothek	329
22.2.1	Die Fehlervariable <code>errno</code>	329
22.2.2	Fehlerausgabe	330
22.2.3	Programmende mit <code>exit</code>	331
22.2.4	Die Funktion <code>atexit</code>	331
22.2.5	Die Funktion <code>assert</code>	331
22.3	Signalbehandlung	332
22.3.1	Definition von Signalbehandlungsfunktionen	333
22.3.2	Abbruch mit <code>abort</code>	334
23	Ein exemplarisches Software-Projekt	335
23.1	Die Spezifikation	335
23.2	Präzisierung der Spezifikation	336
23.3	Bibliotheken	337
23.3.1	Wahl der Bibliothek	338
23.3.2	Verwendung von Bibliotheken	338
23.4	Realisierungsmöglichkeiten	339
23.4.1	Ansatz mit rekursiven Funktionen	340
23.4.2	Der Syntaxbaum	341
23.4.3	Der Auswertungstapel	342
23.5	Entwurf	343
23.5.1	Beschreibung der Funktionen	343
23.5.2	Fehlerbehandlung	344

Inhaltsverzeichnis	xvii
23.6 Implementierung des virtuellen Taschenrechners für den Textmodus	344
23.6.1 Das Modul <code>main.o</code>	345
23.6.2 Das Modul <code>berechnung.o</code>	347
23.6.3 Das Modul <code>stapel.o</code>	350
23.6.4 Das Modul <code>eingabe.o</code>	353
23.6.5 Die grafische Benutzeroberfläche	355
Literaturverzeichnis	357
Index	359