

Inhalt

Vorwort 15

Danksagung 16

Vorwort zur zweiten Auflage 17

1 Einige Grundbegriffe 19

1.1 Algorithmus 21

1.2 Datenstruktur 25

1.3 Programm 27

1.4 Aufgaben 30

2 Einführung in die Programmierung 33

2.1 Die Programmierumgebung 38

2.1.1 Der Editor 38

2.1.2 Der Compiler 39

2.1.3 Der Linker 40

2.1.4 Der Debugger 40

3 Ausgewählte Sprachelemente von C 41

3.1 Programmrahmen 41

3.2 Zahlen 42

3.3 Variablen 42

3.4 Operationen 44

3.4.1 Zuweisungsoperationen 44

3.4.2 Rechenoperationen 45

3.4.3 Vergleichsoperationen 47

3.5 Kommentare 48

3.6 Elementare Ein-/Ausgabe 48

3.6.1 Bildschirmausgabe 48

3.6.2 Tastatureingabe 50

3.7 Kontrollfluss 50

3.7.1 Bedingte Befehlsausführung 51

3.7.2 Wiederholte Befehlsausführung 52

3.7.3 Verschachtelung von Kontrollstrukturen 58

3.8 Beispiele 59

3.8.1 Das erste C-Programm 59

3.8.2 Das zweite C-Programm 60

3.8.3 Das dritte C-Programm 64

3.9 Aufgaben 67

4	Arithmetik	71
4.1	Folgen	71
4.2	Summen	78
4.3	Produkte	85
4.4	Aufgaben	87
5	Aussagenlogik	95
5.1	Aussagen	95
5.2	Logische Operatoren	96
5.3	Darstellung boolescher Funktionen	104
5.4	Vereinfachung boolescher Ausdrücke	108
5.5	Logische Operatoren in C	117
5.6	Programmierbeispiele	118
5.6.1	Kugelspiel	118
5.6.2	Schaltung	119
5.7	Aufgaben	122
6	Elementare Datentypen und ihre Darstellung	127
6.1	Zahlendarstellungen	127
6.1.1	Dezimaldarstellung	129
6.1.2	Dualdarstellung	129
6.1.3	Oktal­darstellung	131
6.1.4	Hexadezimaldarstellung	132
6.2	Bits und Bytes	134
6.3	Skalare Datentypen in C	138
6.3.1	Ganze Zahlen	139
6.3.2	Aufzählungstypen	140
6.3.3	Gleitkommazahlen	140
6.3.4	Buchstaben	141
6.4	Bit-Operationen	145
6.5	Programmierbeispiele mit Zeichen, Zahlen und Bit-Operationen	148
6.5.1	Zeichensatz	148
6.5.2	Bit-Editor	150
6.6	Arrays und Zeichenketten	153
6.6.1	Arrays	154
6.6.2	Zeichenketten	159
6.7	Programmierbeispiele mit Arrays und Strings	165
6.7.1	Buchstaben zählen	165
6.7.2	Matrixdruck	169
6.8	Aufgaben	171

7	Modularisierung	179
7.1	Funktionen und Unterprogramme	179
7.2	Rekursion	186
7.3	Der Stack	195
7.4	Globale, lokale und statische Variablen	198
7.5	Die C-Runtime-Library	200
7.5.1	Mathematische Funktionen	200
7.5.2	Konvertierungs- und Klassifizierungsroutinen	203
7.5.3	Stringbearbeitung	205
7.5.4	Terminal I/O	207
7.5.5	Dateioperationen	212
7.5.6	Suchen und Sortieren	216
7.5.7	Variable Anzahl von Argumenten	216
7.5.8	Ausnahme- und Fehlerbehandlung	219
7.5.9	Assertions und Programmabbruch	223
7.5.10	Freispeicherverwaltung und Speicherfunktionen	225
7.5.11	Zeit- und Datum-Funktionen	225
7.5.12	Prozess-Steuerung	226
7.6	Beispiele	226
7.6.1	Das Damenproblem	226
7.6.2	Labyrinth	234
7.7	Aufgaben	241

8	Zeiger und Adressen	255
8.1	Zeigerarithmetik	259
8.2	Arrays und Zeiger	261
8.3	Funktionszeiger	264
8.4	Komplexe Variablendeklarationen	268
8.5	Aufgaben	270

9	C-Referenz (Teil 1)	273
9.1	Reservierte Wörter	273
9.2	Identifizier	273
9.3	Numerische Werte	274
9.4	Werte für Zeichen und Zeichenketten	275
9.5	Skalare Datentypen	276
9.6	Variablen	276
9.7	Arrays	281

- 9.8 Operatoren 281**
 - 9.8.1 Arithmetische Operatoren 285
 - 9.8.2 Vergleichsoperatoren 286
 - 9.8.3 Logische Operatoren 287
 - 9.8.4 Bit-Operatoren 288
 - 9.8.5 Zugriffsoperatoren 288
 - 9.8.6 Auswertungsoperatoren 289
 - 9.8.7 Datentyp-Operatoren 290
 - 9.8.8 Ausdrücke und Zuweisungsoperatoren 291
- 9.9 Funktionen 295**
- 9.10 Kontrollstrukturen 297**
 - 9.10.1 Alternativen 297
 - 9.10.2 Sprungleisten 298
 - 9.10.3 Schleifen 301
 - 9.10.4 Sprunganweisungen 303
- 9.11 Der Preprozessor 305**
 - 9.11.1 Includes 305
 - 9.11.2 Symbolische Konstanten 306
 - 9.11.3 Makros 308
 - 9.11.4 Bedingte Compilierung 309
- 9.12 Der Aufbau von Programmdateien 311**
 - 9.12.1 Header-Dateien 312
 - 9.12.2 Quellcode-Dateien 313
- 9.13 Einige Coding-Standards 314**
- 10 Kombinatorik 317**
 - 10.1 Kombinatorische Grundaufgaben 317**
 - 10.1.1 Permutationen mit Wiederholungen 318
 - 10.1.2 Permutationen ohne Wiederholungen 319
 - 10.1.3 Kombinationen ohne Wiederholungen 320
 - 10.1.4 Kombinationen mit Wiederholungen 322
 - 10.1.5 Zusammenfassung 323
 - 10.2 Kombinatorische Algorithmen 326**
 - 10.2.1 Permutationen mit Wiederholungen 327
 - 10.2.2 Kombinationen mit Wiederholungen 330
 - 10.2.3 Kombinationen ohne Wiederholungen 332
 - 10.2.4 Permutationen ohne Wiederholungen 334
 - 10.3 Beispiele 337**
 - 10.3.1 Juwelenraub 338
 - 10.3.2 Geldautomat 343
 - 10.4 Aufgaben 348**

11 Grafikprogrammierung 353

11.1 IGEL 353

- 11.1.1 Koordinaten und Fenstergröße 355
- 11.1.2 Farben 357
- 11.1.3 Bildpunkte und Bildschirmbereiche 357
- 11.1.4 Linien 358
- 11.1.5 Rechtecke 358
- 11.1.6 Kreise und Ellipsen 359
- 11.1.7 Text 360
- 11.1.8 Ablaufsteuerung 361

11.2 Beispiele 362

- 11.2.1 Bälle 362
- 11.2.2 Life 365
- 11.2.3 Bubblesort 371

11.3 Aufgaben 377

12 Leistungsanalyse und -messung von Algorithmen 383

12.1 Leistungsanalyse 386

12.2 Leistungsmessung 399

- 12.2.1 Überdeckungsanalyse 401
- 12.2.2 Performance-Analyse 402

12.3 Mathematische Grundfunktionen 404

- 12.3.1 Floor und Ceiling 405
- 12.3.2 Potenzfunktionen 406
- 12.3.3 Exponentialfunktionen 407
- 12.3.4 Logarithmen 408

12.4 Laufzeitklassen 411

12.5 Beispiele 418

13 Sortierverfahren 431

13.1 Bubblesort 432

13.2 Selectionsort 434

13.3 Insertionsort 437

13.4 Shellsort 439

13.5 Quicksort 443

13.6 Heapsort 449

13.7 Leistungsanalyse 454

- 13.7.1 Bubblesort 456
- 13.7.2 Selectionsort 458
- 13.7.3 Insertionsort 459

- 13.7.4 Shellsort 460
- 13.7.5 Quicksort 462
- 13.7.6 Heapsort 464
- 13.8 Vergleich und Bewertung 465
- 13.9 Grenzen der Optimierung von Sortierverfahren 471
- 13.10 Aufgaben 476

14 Datenstrukturen 477

- 14.1 Datensequenz (struct) 478
- 14.2 Datenalternative (union) 487
- 14.3 Optimierung von Datenstrukturen 494
- 14.4 Zeiger und Datenstrukturen 499
- 14.5 Dynamische Datenstrukturen 502
- 14.6 Verkettete Datenstrukturen (Listen) 508
- 14.7 Die Freispeicherverwaltung 512
- 14.8 Abstrakte Datentypen 515
 - 14.8.1 Der abstrakte Datentyp »Stack« 518
 - 14.8.2 Der abstrakte Datentyp »Queue« 523
- 14.9 Aufgaben 528

15 C-Referenz (Teil 2) 535

- 15.1 Einfache Strukturen 535
- 15.2 Zusammengesetzte Strukturen 538
- 15.3 Zugriff auf Strukturen 540
 - 15.3.1 Direkter Zugriff 540
 - 15.3.2 Indirekter Zugriff 542
- 15.4 Unions 543
- 15.5 Datenstrukturen und Funktionen 545
- 15.6 Dynamische Datenstrukturen 547
- 15.7 Zeiger in Datenstrukturen 550
- 15.8 Typvereinbarungen 554
- 15.9 Bitfelder 555

16 Ausgewählte Datenstrukturen 559

- 16.1 Aufgabenstellung 559
- 16.2 Schnittstellenvereinbarung 561
- 16.3 Anwendungsprogramm 564

- 16.4 Listen 569**
 - 16.4.1 Grundbegriffe 570
 - 16.4.2 Arrays oder Listen 571
 - 16.4.3 Speicherstruktur 573
 - 16.4.4 Implementierung 577
 - 16.4.5 Test 583
- 16.5 Bäume 584**
 - 16.5.1 Grundbegriffe 584
 - 16.5.2 Traversierung von Bäumen 588
 - 16.5.3 Speicherstruktur 601
 - 16.5.4 Implementierung 604
 - 16.5.5 Test 611
- 16.6 Ausgegliche Bäume 613**
 - 16.6.1 Grundbegriffe 613
 - 16.6.2 Speicherstruktur 617
 - 16.6.3 Implementierung 620
 - 16.6.4 Test 635
- 16.7 Hashtabellen 636**
 - 16.7.1 Grundbegriffe 637
 - 16.7.2 Speicherstruktur 639
 - 16.7.3 Implementierung 642
 - 16.7.4 Test 645
- 16.8 Vergleich und Bewertung 649**
 - 16.8.1 Speicherkomplexität 650
 - 16.8.2 Laufzeitmessungen 650
- 16.9 Aufgaben 655**

17 Elemente der Graphentheorie 657

- 17.1 Grundbegriffe 659**
- 17.2 Darstellung von Graphen durch Datenstrukturen 666**
- 17.3 Ausgewählte graphentheoretische Probleme 671**
 - 17.3.1 Existenz von Wegen 673
 - 17.3.2 Kürzeste Wege 695
 - 17.3.3 Minimal spannende Bäume 730
 - 17.3.4 Hamiltonsche Wege 737

18 C++-Referenz (Teil 1) 751

- 18.1 Schlüsselwörter 751**
- 18.2 Operatoren 751**
- 18.3 Kommentare 754**
- 18.4 Datentypen, Datenstrukturen und Variablen 755**

- 18.4.1 Automatische Typisierung von Aufzählungstypen 755
- 18.4.2 Automatische Typisierung von Strukturen 755
- 18.4.3 Vorwärtsverweise auf Strukturen 756
- 18.4.4 Const-Deklarationen 757
- 18.4.5 Definition von Variablen 758
- 18.4.6 Referenzen 758
- 18.5 Funktionen und Operatoren 764**
 - 18.5.1 Funktionsdeklarationen und Prototypen 764
 - 18.5.2 Default-Werte 764
 - 18.5.3 Inline-Funktionen 766
 - 18.5.4 Der Scope-Resolution-Operator 767
 - 18.5.5 Überladen von Funktionen 768
 - 18.5.6 Überladen von Operatoren 771
 - 18.5.7 Einbindung von C-Funktionen in C++-Programme 773

19 Objektorientierte Programmierung 777

20 Klassen in C++ 793

- 20.1 Aufbau von Klassen 793**
 - 20.1.1 Daten-Member 795
 - 20.1.2 Funktions-Member 798
 - 20.1.3 Konstruktoren und Destruktoren 807
- 20.2 Instanziierung von Klassen 813**
 - 20.2.1 Automatische Instanziierung 815
 - 20.2.2 Statische Instanziierung 816
 - 20.2.3 Dynamische Instanziierung 817
 - 20.2.4 Instanziierung von Arrays 820
- 20.3 Friends 820**
- 20.4 Operatoren auf Klassen 825**
- 20.5 Ein- und Ausgabe in C++ 829**
 - 20.5.1 Bildschirmausgabe 829
 - 20.5.2 Tastatureingabe 834
 - 20.5.3 Dateioperationen 835
- 20.6 Der this-Pointer 837**
- 20.7 Beispiele 838**
 - 20.7.1 Menge 838
 - 20.7.2 Bingo 849
 - 20.7.3 Migration des Listen-Moduls 857
- 20.8 Aufgaben 864**

21	Vererbung in C++	871
21.1	Geschützte Member	877
21.2	Einfache Vererbung	880
21.3	Mehrfache Vererbung	881
21.4	Instantiierung abgeleiteter Klassen	881
21.5	Erweiterung abgeleiteter Klassen	884
21.6	Überladen von Funktionen der Basisklasse	886
21.7	Virtuelle Member-Funktionen	891
21.8	Rein virtuelle Member-Funktionen	894
21.9	Statische Member	895
21.10	Beispiele	902
21.10.1	Listen-Modul	902
21.10.2	Würfelspiel	907
21.10.3	Partnervermittlung	930
21.11	Aufgaben	951

22	C++-Referenz (Teil 2)	957
-----------	------------------------------	------------

22.1	Klassen und Instanzen	957
22.2	Member	958
22.2.1	Daten-Member	959
22.2.2	Funktions-Member	961
22.2.3	Statische Member	963
22.2.4	Operatoren	965
22.3	Zugriff auf Member	966
22.3.1	Zugriff von außen	967
22.3.2	Zugriff von innen	970
22.3.3	Der this-Pointer	973
22.3.4	Zugriff durch Friends	974
22.4	Vererbung	976
22.4.1	Einfachvererbung	976
22.4.2	Mehrfachvererbung	981
22.4.3	Virtuelle Funktionen	987
22.4.4	Rein virtuelle Funktionen	990
22.5	Zugriffsschutz und Vererbung	991
22.5.1	Geschützte Member	991
22.5.2	Zugriff auf die Basisklasse	992
22.5.3	Modifikation von Zugriffsrechten	997
22.6	Der Lebenszyklus von Objekten	999
22.6.1	Konstruktion von Objekten	1002
22.6.2	Destruktion von Objekten	1005

22.6.3	Kopieren von Objekten	1006
22.6.4	Instantiierung von Objekten	1009
22.6.5	Initialisierung eingelagerter Objekte	1011
22.6.6	Initialisierung von Basisklassen	1014
22.6.7	Initialisierung virtueller Basisklassen	1016
22.6.8	Instantiierungsregeln	1018
22.7	Pointer to Member	1021
22.8	Generische Klassen (Templates)	1025
22.9	Ausnahmefallbehandlung	1031

Anhang

A Buch-CD

B Lösungen

Kapitel 1	1059
Kapitel 3	1079
Kapitel 4	1097
Kapitel 5	1129
Kapitel 6	1143
Kapitel 7	1169
Kapitel 8	1219
Kapitel 10	1227
Kapitel 11	1247
Kapitel 13	1269
Kapitel 14	1275
Kapitel 16	1309
Kapitel 20	1319
Kapitel 21	1345

Index	1349
-------	------