

Inhalt

1	Eine erste Einführung	17
1.1	Was machen wir mit C++?	17
1.2	Was benötige ich zum Programmieren?	18
1.3	Die Entwicklung von C++	18
1.4	So sieht das erste Programm aus	19
1.5	Kommentieren Sie Ihre Programme	20
2	Arbeiten mit Zahlen und Operatoren	23
2.1	Wie speichere ich Zahlen?	23
2.2	Rechnen mit Operatoren	25
2.3	Fehler suchen	27
2.4	Wie können Daten eingegeben werden?	29
2.5	Zahlen formatieren mit Manipulatoren	30
2.6	Zuweisungen kürzer schreiben	32
2.7	Mehr über die Speicherung von Zahlen	34
2.7.1	Ganzzahlige Datentypen	34
2.7.2	Datentypen für Fließkommazahlen	36
2.8	Feste Werte in Konstanten speichern	38
2.9	Konstanten in Enumerationen zusammenfassen	39
2.10	Übung	40
3	Mehrere Zweige in einem Programm	41
3.1	Zwei Zweige mit »if« und »else«	41
3.2	Bedingungen benötigen Vergleiche	43

3.3	Mehr als zwei Zweige	45
3.4	Wie kann ich Bedingungen kombinieren?	47
3.5	Zweige zusammenfassen mit »switch« und »case«	48
3.6	Was ist mit dem Rest?	50
3.7	Welcher Operator hat Vorrang?	51
3.8	Wie speichere ich Wahrheitswerte?	52
3.9	Die Kurzform: der bedingte Ausdruck	54
3.10	Übungen	55

4 Teile von Programmen wiederholen **57**

4.1	Regelmäßige Wiederholungen mit »for«	57
4.2	Wiederholungen für einen Bereich	59
4.3	Bedingte Wiederholungen mit »do-while«	61
4.4	Besser vorher prüfen mit »while«	62
4.5	Wiederholungen abbrechen oder fortsetzen	63
4.6	Die Wiederholung der Wiederholung	64
4.7	Übungen	66

5 Programme aufteilen in Funktionen **69**

5.1	So schreibe ich eine eigene Funktion	69
5.2	Wie übergebe ich Daten?	71
5.3	Ein weiterer Zugriff über eine Referenz	73
5.4	Übergabe an eine Referenz	74
5.5	Übergabe an eine konstante Referenz	76
5.6	Wie erhalte ich ein Ergebnis zurück?	77
5.7	Mehr Ordnung im Programm	78
5.8	Statische Variablen behalten ihren Wert	80

5.9	Fehler suchen	81
5.10	Standardwerte vorgeben	82
5.11	Beliebig viele Parameter	83
5.12	Funktionen mehrfach definieren	85
5.13	Funktionen, die sich selbst aufrufen	87
5.14	Funktionen als Parameter	88
5.15	Übung	91

6 Große Datenmengen speichern in Feldern 93

6.1	Wie werden Felder unterschieden?	93
6.2	Einfache Felder mit fester Größe	94
6.3	Intelligente Felder mit fester Größe	95
6.4	Ausnahmen behandeln	97
6.5	Einfache Zeiger	99
6.6	Die Operatoren »new« und »delete«	101
6.7	Ein intelligenter und eindeutiger Zeiger	102
6.8	Weitere intelligente Zeiger	104
6.9	Intelligente Felder mit variabler Größe	105
6.10	Felder als Parameter	107
6.11	Daten in mehreren Dimensionen speichern	108
6.11.1	Ein zweidimensionales Feld mit fester Größe	109
6.11.2	Ein zweidimensionales Feld mit variabler Größe	111
6.12	Übungen	113

7 Arbeiten mit Zeichen und Texten 115

7.1	Einzelne Zeichen	115
7.2	Einfache Zeichenketten	116

7.3	Intelligente Zeichenketten: Strings	119
7.3.1	Strings erzeugen	119
7.3.2	Strings ändern	121
7.3.3	Strings vergleichen und durchsuchen	122
7.4	Wie wandle ich Zahlen in Strings um?	124
7.5	Wie verarbeite ich Eingaben?	126
7.6	Felder von Zeichenketten	129
7.7	Übung	131

8 Daten in Strukturen zusammenfassen 133

8.1	Wie speichere ich zusammengehörige Daten?	133
8.2	Besser einen Typ definieren	135
8.3	Strukturen und Felder	137
8.4	Strukturen und Funktionen	139
8.4.1	Das Hauptprogramm	140
8.4.2	Die Größe des Felds festlegen	141
8.4.3	Die Eingabefunktionen	142
8.4.4	Die Ausgabefunktionen	143
8.5	Eine Hierarchie von Strukturen	144
8.6	Übung	146

9 Vorhandene Funktionen nutzen 147

9.1	Umgang mit Datum und Uhrzeit	147
9.1.1	Datum und Uhrzeit ausgeben	147
9.1.2	Zeit messen	150
9.1.3	Zeitangaben erzeugen und berechnen	151
9.2	Wie erzeuge ich zufällige Zahlen?	153
9.3	Nützliche mathematische Funktionen	155
9.3.1	Winkelfunktionen	155
9.3.2	Funktionen zum Runden	157

9.3.3	Verschiedene mathematische Funktionen	158
9.3.4	Prüffunktionen	160
9.3.5	Betrag und Vergleich	161
9.4	Rechnen mit komplexen Zahlen	162
9.4.1	Konstruktoren	163
9.4.2	Spezielle Funktionen	164
9.4.3	Operatoren	166
9.4.4	Mathematische Funktionen	168
9.5	Daten mit dem Betriebssystem austauschen	169
9.5.1	Wie lauten die Parameter?	169
9.5.2	Berechnung der Summe der Parameter	171
9.5.3	Wie nutze ich die Rückgabe eines Programms?	172
9.5.4	Systemkommandos ausführen	174
9.5.5	Ausgabe umlenken	175
9.5.6	Eingabe umlenken	176
9.6	Zugriff auf Dateien und Verzeichnisse	178
9.6.1	Attribute von Dateien und Verzeichnissen	179
9.6.2	Zugriffsrechte ändern	183
9.6.3	Inhalt eines Verzeichnisses	186
9.6.4	Inhalt eines Verzeichnisbaums	188
9.6.5	Dateien ändern	190
9.6.6	Verzeichnisse ändern	192

10 Eigene Klassen entwerfen 195

10.1	Klassen umfassen Eigenschaften und Methoden	195
10.1.1	Die Definition der Klasse	196
10.1.2	Objekte als Instanzen einer Klasse	197
10.2	Zerlegen Sie das Programm	198
10.3	Schützen Sie die Daten	199
10.4	Wie erzeuge und lösche ich Objekte?	203
10.5	Objekte und Felder	207
10.6	Statische Elemente einer Klasse	209
10.7	Wie überlade ich Operatoren?	213

10.8	Objekte ausgeben	217
10.9	Eigenschaften können Objekte sein	219
10.10	Übung	221

11 Vererbung und Polymorphie 223

11.1	Basisklasse und abgeleitete Klassen	223
11.2	Welche Elemente sind an welcher Stelle erreichbar?	230
11.3	Konstruktoren in abgeleiteten Klassen	231
11.4	Was bedeutet Polymorphie?	235
11.5	Erben von mehreren Klassen	238

12 Datenströme verarbeiten 243

12.1	Sequenzielles Schreiben und Lesen	243
12.1.1	Schreiben in eine Datei	244
12.1.2	Pfadangaben	245
12.1.3	Lesen aus einer Datei	246
12.1.4	Mehrmals öffnen und schließen	249
12.2	Schreiben und Lesen an beliebiger Stelle	250
12.2.1	Formatiertes Schreiben in eine Datei	250
12.2.2	Lesen an beliebiger Stelle einer Datei	253
12.2.3	Schreiben an beliebiger Stelle in eine Datei	256
12.3	Wie leiten Sie Datenströme?	258
12.3.1	String-Streams auf dem Bildschirm ausgeben	259
12.3.2	String-Streams von Tastatur lesen	260
12.4	Wie ist das CSV-Format zum Austausch aufgebaut?	262
12.4.1	Im CSV-Format in eine Datei schreiben	262
12.4.2	Eine Datei im CSV-Format lesen	265

13 Container sind vielfältige Datenstrukturen

269

13.1	Wie durchlaufe ich Container?	269
13.2	Intelligente Felder mit fester Größe	272
13.3	Intelligente Felder mit variabler Größe	275
13.4	Eine Warteschlange mit zwei Enden	279
13.5	Daten in Listen verketteten	282
13.5.1	Einfach verkettete Listen	283
13.5.2	Doppelt verkettete Listen	288
13.6	Zwei einfache Container	292
13.6.1	Last In First Out (LIFO)	293
13.6.2	First In First Out (FIFO)	294
13.7	Zwei nützliche Typen	295
13.7.1	Paare	295
13.7.2	Tupel	297
13.8	Eine Menge von Elementen	299
13.8.1	Sortiert und einzigartig	299
13.8.2	Sortiert und nicht einzigartig	303
13.8.3	Nicht sortiert und einzigartig	304
13.8.4	Nicht sortiert und nicht einzigartig	305
13.9	Schlüssel und Werte in einer Map	305
13.9.1	Sortiert und einzigartig	306
13.9.2	Nicht sortiert und einzigartig	309
13.9.3	Sortiert und nicht einzigartig	310
13.9.4	Nicht sortiert und nicht einzigartig	310
13.10	Algorithmen für Bereiche	311
13.11	Mengenlehre	313
13.12	Eine Menge von Bits	317
13.12.1	Funktionen für Bitsets	318
13.12.2	Operatoren für Bitsets	320

14 Mehr zu eigenen Klassen 323

14.1	Objekte initialisieren, kopieren und erzeugen	323
14.2	Klassen können Freunde haben	326
14.2.1	Befreundete Funktionen	326
14.2.2	Befreundete Klassen	327
14.3	Namen müssen eindeutig sein	329
14.4	Fehler behandeln mit Ausnahmen	332
14.4.1	Ausnahmen in Schleifen	332
14.4.2	Eigene Ausnahmen werfen	333
14.4.3	Ausnahme in Funktion behandeln	335
14.4.4	Eigene Ausnahmeklasse definieren	337
14.5	Innere Klassen	340
14.6	Templates sind Vorlagen	342
14.6.1	Templates für Funktionen	342
14.6.2	Templates für Klassen	346

15 Präprozessor-Anweisungen 349

15.1	Einbinden von Dateien	349
15.2	Definitionen und Makros	350
15.3	Definitionen und Verzweigungen	352
15.4	Eine Systemweiche	354

16 Grafische Benutzeroberflächen mit der Qt-Bibliothek 357

16.1	Qt installieren	358
16.1.1	Qt für Windows	358
16.1.2	Qt für Ubuntu Linux	359
16.1.3	Qt für macOS	361

16.2	Das erste Qt-Projekt	362
16.2.1	Ein neues Projekt anlegen	362
16.2.2	Projekt und Verzeichnis benennen	363
16.2.3	Kit auswählen	363
16.2.4	Die Fenster der Entwicklungsumgebung	364
16.2.5	Die Anwendung ausführen	364
16.2.6	Projekt schließen und öffnen	365
16.3	Die erste GUI-Anwendung	366
16.3.1	Klasse und Dateien	366
16.3.2	Projekt- und Codefenster	367
16.3.3	»Design«-Ansicht	368
16.3.4	Projekt ausführen	369
16.3.5	Ein Label einfügen und gestalten	370
16.3.6	Weitere Widgets einfügen und gestalten	372
16.3.7	Code und Verbindung erstellen	372
16.3.8	Registerkarte »Signals und Slots«	375
16.4	Ein einfacher Kopfrechentrainer	377
16.4.1	Die Erstellung der GUI	378
16.4.2	Die Deklaration der Klasse	378
16.4.3	Die Definition ohne Prüfung	379
16.4.4	Die Definition mit Prüfung	381
16.5	Ein erweiterter Kopfrechentrainer	382
16.5.1	Ein Projekt kopieren	383
16.5.2	Die Erweiterung der GUI	384
16.5.3	Die Erweiterung der Deklaration	385
16.5.4	Die Erweiterung des Konstruktors	385
16.5.5	Die Erweiterung des Prüfvorgangs	387
16.5.6	Die Erweiterung der Aufgabenstellung	388
16.6	Weitere Widgets	389
16.6.1	Beschreibung der Widgets	390
16.6.2	Die Erstellung der GUI	390
16.6.3	Die Deklaration der Klasse	391
16.6.4	Der Konstruktor der Klasse	392
16.6.5	Die Ereignismethoden der Klasse	394

17	Datenbanken mit SQLite verwalten	399
17.1	Der Aufbau einer Datenbank	399
17.2	Wie erzeuge ich Datenbank und Tabelle?	400
17.2.1	Die Erstellung der GUI	400
17.2.2	Die Deklaration der Klasse	401
17.2.3	Konstruktor und Destruktor der Klasse	402
17.2.4	Die Ereignismethode der Klasse	404
17.3	Wie speichere ich Daten in einer Tabelle?	406
17.4	So zeige ich alle Daten einer Tabelle an	407
17.5	Wie wähle ich bestimmte Daten aus?	410
17.5.1	Vergleichsoperatoren	411
17.5.2	Logische Operatoren	412
17.5.3	Vergleichsoperator »LIKE«	412
17.6	Der Benutzer wählt Daten aus	414
17.7	Daten sollten sortiert werden	415
17.8	Wie ändere ich Daten?	416
17.9	Vorsicht beim Löschen von Daten	418
17.10	Eine Datenbank mit mehreren Tabellen	419
17.10.1	Inhalt der Datenbank	419
17.10.2	Das Datenbankmodell	420
17.10.3	Der Aufbau des Qt-Projekts	421
17.10.4	Das Erstellen und Füllen der Tabellen	422
17.10.5	Abfragen über einzelne Tabellen	423
17.10.6	Abfragen über zwei verbundene Tabellen	424
17.10.7	Abfragen über drei verbundene Tabellen	425
17.10.8	Gruppieren und Summieren	425
17.11	Projekt Vokabeln	426
17.11.1	Die Benutzung des Programms	426
17.11.2	Der Aufbau des Qt-Projekts	431
17.11.3	Die Deklaration der Klasse	432
17.11.4	Der Konstruktor der Klasse	433
17.11.5	Das Aktivieren und Deaktivieren von Widgets	436
17.11.6	Die Auswahl der Sprachkombination	437
17.11.7	Der Vokabeltest wird gestartet	438

17.11.8	Die Übersetzung wird geprüft	440
17.11.9	Der Vokabeltest wird vorzeitig beendet	441
17.11.10	Die Neueingabe von Vokabeln wird gestartet	442
17.11.11	Die List Widgets werden parallel markiert	443
17.11.12	Eine neue Vokabel wird gespeichert	444
17.11.13	Eine Vokabel wird gelöscht	445
17.11.14	Die Neueingabe von Vokabeln wird beendet	446
17.11.15	Mögliche Erweiterungen des Programms	447
17.12	Übung	447
17.12.1	Benutzeroberfläche	448
17.12.2	Bedienung	448
17.12.3	Zugriff auf Date Edit Widget	450
17.12.4	Eintrag im List Widget aufsplitten	450

A Installationen 451

A.1	Installationen unter Windows	451
A.1.1	Orwell Dev-C++ installieren	452
A.1.2	Orwell Dev-C++ nutzen	452
A.1.3	Eclipse installieren	453
A.1.4	Eclipse nutzen	454
A.1.5	NetBeans installieren	455
A.1.6	NetBeans nutzen	456
A.1.7	MinGW installieren	457
A.1.8	MinGW im Systempfad eintragen	458
A.1.9	MinGW nutzen	459
A.1.10	Binden eines Programms	460
A.2	Installationen unter Ubuntu Linux	462
A.2.1	Arbeiten im Terminal	462
A.2.2	Eclipse installieren	463
A.2.3	NetBeans installieren	464
A.3	Installationen unter macOS	465
A.3.1	Xcode	465
A.3.2	Arbeiten im Terminal	466
A.3.3	Eclipse installieren	467
A.3.4	NetBeans installieren	468

A.4	Beispiele für C++14	468
A.4.1	Spezifizierer »auto« bei Funktionen	468
A.4.2	Spezifizierer »decltype«	469
A.4.3	Komponenten eines Tupels	470
A.4.4	Funktionstemplate »make_unique«	471
A.5	Installation für C++17	472
A.5.1	MinGW mit GCC 7.1 installieren	472
A.5.2	Eine Funktion aus C++17	472

B Tipps und Musterlösungen 475

B.1	Windows – einige Tastenkombinationen	475
B.2	Unix-Befehle	475
B.2.1	Inhalt eines Verzeichnisses	476
B.2.2	Verzeichnis anlegen, wechseln und löschen	477
B.2.3	Datei kopieren, verschieben und löschen	478
B.2.4	Schlüsselwörter der Sprache C++	479
B.3	Lösungen der Übungen	479
B.3.1	Übung zu Kapitel 2	479
B.3.2	Übungen zu Kapitel 3	480
B.3.3	Übungen zu Kapitel 4	482
B.3.4	Übung zu Kapitel 5	484
B.3.5	Übungen zu Kapitel 6	485
B.3.6	Übung zu Kapitel 7	487
B.3.7	Übung zu Kapitel 8	490
B.3.8	Übung zu Kapitel 10	496

Index	501
-------------	-----