

## Auf einen Blick

1	Eine erste Einführung .....	19
2	Arbeiten mit Zahlen und Operatoren .....	25
3	Mehrere Zweige in einem Programm .....	49
4	Teile von Programmen wiederholen .....	67
5	Programme aufteilen in Funktionen .....	79
6	Große Datenmengen speichern in Feldern .....	109
7	Arbeiten mit Zeichen und Texten .....	133
8	Daten in Strukturen zusammenfassen .....	157
9	Vorhandene Funktionen nutzen .....	175
10	Eigene Klassen entwerfen .....	237
11	Vererbung und Polymorphie .....	269
12	Datenströme verarbeiten .....	289
13	Container sind vielfältige Datenstrukturen .....	319
14	Mehr zu eigenen Klassen .....	383
15	Präprozessor-Anweisungen .....	409
16	Grafische Benutzeroberflächen mit der Qt-Bibliothek .....	417
17	Datenbanken mit SQLite verwalten .....	449

# Inhalt

Materialien zum Buch .....	17
<b>1 Eine erste Einführung</b> .....	<b>19</b>
1.1 Was machen wir mit C++? .....	19
1.2 Was benötige ich zum Programmieren? .....	20
1.3 Die Entwicklung von C++ .....	20
1.4 So sieht das erste Programm aus .....	21
1.5 Kommentieren Sie Ihre Programme .....	22
<b>2 Arbeiten mit Zahlen und Operatoren</b> .....	<b>25</b>
2.1 Wie speichere ich Zahlen? .....	25
2.2 Rechnen mit Operatoren .....	27
2.3 Fehler suchen .....	29
2.4 Wie können Daten eingegeben werden? .....	31
2.5 Zahlen formatieren mit Manipulatoren .....	33
2.6 Zuweisungen kürzer schreiben .....	34
2.7 Übung .....	36
2.8 Mehr über die Speicherung von Zahlen .....	37
2.8.1 Ganzzahlige Datentypen .....	37
2.8.2 Datentypen für Fließkommazahlen .....	40
2.9 Feste Werte in Konstanten speichern .....	41
2.10 Konstanten in Enumerationen zusammenfassen .....	42
2.11 Zahlensysteme .....	43

2.12	Initialisierung .....	45
2.13	Wie erzeuge ich zufällige Zahlen? .....	47
2.14	Übung .....	48

### **3 Mehrere Zweige in einem Programm** 49

3.1	Zwei Zweige mit »if« und »else« .....	49
3.2	Bedingungen benötigen Vergleiche .....	51
3.3	Mehr als zwei Zweige .....	53
3.4	Wie kann ich Bedingungen kombinieren? .....	55
3.5	Zweige zusammenfassen mit »switch« und »case« .....	57
3.6	Was ist mit dem Rest? .....	58
3.7	Welcher Operator hat Vorrang? .....	59
3.8	Übungen .....	60
3.9	Wie speichere ich Wahrheitswerte? .....	63
3.10	Die Kurzform: der bedingte Ausdruck .....	65

### **4 Teile von Programmen wiederholen** 67

4.1	Regelmäßige Wiederholungen mit »for« .....	67
4.2	Wiederholungen für einen Bereich .....	70
4.3	Bedingte Wiederholungen mit »do-while« .....	71
4.4	Besser vorher prüfen mit »while« .....	72
4.5	Wiederholungen abbrechen oder fortsetzen .....	73
4.6	Die Wiederholung der Wiederholung .....	75
4.7	Übungen .....	76

## **5 Programme aufteilen in Funktionen** 79

5.1	So schreibe ich eine eigene Funktion .....	79
5.2	Wie übergebe ich Daten? .....	81
5.2.1	Ein weiterer Zugriff über eine Referenz .....	83
5.2.2	Übergabe an eine Referenz .....	84
5.2.3	Übergabe an eine konstante Referenz .....	86
5.3	Wie erhalte ich ein Ergebnis zurück? .....	87
5.4	Mehr Ordnung im Programm .....	88
5.5	Statische Variablen behalten ihren Wert .....	90
5.6	Fehler suchen .....	91
5.7	Übungen .....	92
5.8	Standardwerte vorgeben .....	93
5.9	Beliebig viele Parameter .....	94
5.10	Funktionen mehrfach definieren .....	96
5.11	Funktionen, die sich selbst aufrufen .....	98
5.12	Anonyme Funktionen .....	99
5.12.1	So schreibe ich eine anonyme Funktion .....	100
5.12.2	Daten von außerhalb erfassen .....	101
5.12.3	Wie übergebe ich Parameter? .....	102
5.12.4	Wie erhalte ich ein Ergebnis zurück? .....	104
5.13	Funktionen als Parameter .....	105

## **6 Große Datenmengen speichern in Feldern** 109

6.1	Wie werden Felder unterschieden? .....	109
6.2	Einfache Felder mit fester Größe .....	110
6.3	Intelligente Felder mit fester Größe .....	111
6.4	Ausnahmen behandeln .....	113

<b>6.5</b>	<b>Einfache und intelligente Zeiger</b> .....	115
6.5.1	Einfache Zeiger .....	116
6.5.2	Die Operatoren »new« und »delete« .....	118
6.5.3	Ein intelligenter und eindeutiger Zeiger .....	119
6.5.4	Das Funktionstemplate »make_unique« .....	120
6.5.5	Weitere intelligente Zeiger .....	121
<b>6.6</b>	<b>Intelligente Felder mit variabler Größe</b> .....	122
<b>6.7</b>	<b>Felder initialisieren</b> .....	124
<b>6.8</b>	<b>Felder als Parameter</b> .....	125
<b>6.9</b>	<b>Daten in mehreren Dimensionen speichern</b> .....	127
6.9.1	Ein zweidimensionales Feld mit fester Größe .....	127
6.9.2	Ein zweidimensionales Feld mit variabler Größe .....	129
<b>6.10</b>	<b>Übungen</b> .....	131
<b>7</b>	<b>Arbeiten mit Zeichen und Texten</b> .....	133
<b>7.1</b>	<b>Einzelne Zeichen</b> .....	133
<b>7.2</b>	<b>Einfache Zeichenketten</b> .....	134
<b>7.3</b>	<b>Intelligente Zeichenketten: Strings</b> .....	137
7.3.1	Strings erzeugen .....	137
7.3.2	Strings ändern .....	139
7.3.3	Strings vergleichen und durchsuchen .....	141
<b>7.4</b>	<b>Wie wandle ich Zahlen in Strings um?</b> .....	143
<b>7.5</b>	<b>Wie verarbeite ich Eingaben?</b> .....	144
<b>7.6</b>	<b>Felder von Zeichenketten</b> .....	147
<b>7.7</b>	<b>Suchen und Ersetzen</b> .....	149
7.7.1	Funktionen zum Suchen und Ersetzen .....	149
7.7.2	Beginn und Ende .....	151
7.7.3	Auswahl und Bereiche .....	152
7.7.4	Gruppen, Anzahl und Sonderzeichen .....	153
<b>7.8</b>	<b>Übungen</b> .....	154

<b>8</b>	<b>Daten in Strukturen zusammenfassen</b> .....	157
<b>8.1</b>	<b>Wie speichere ich zusammengehörige Daten?</b> .....	157
<b>8.2</b>	<b>Besser einen Typ definieren</b> .....	159
<b>8.3</b>	<b>Strukturen und Felder</b> .....	161
<b>8.4</b>	<b>Strukturen und Funktionen</b> .....	165
8.4.1	Das Hauptprogramm .....	166
8.4.2	Die Größe des Felds festlegen .....	167
8.4.3	Die Eingabefunktionen .....	168
8.4.4	Die Ausgabefunktionen .....	169
<b>8.5</b>	<b>Eine Hierarchie von Strukturen</b> .....	170
<b>8.6</b>	<b>Übung</b> .....	172
<b>9</b>	<b>Vorhandene Funktionen nutzen</b> .....	175
<b>9.1</b>	<b>Umgang mit Datum und Uhrzeit</b> .....	175
9.1.1	Datum und Uhrzeit ausgeben .....	176
9.1.2	Zeit messen .....	178
9.1.3	Zeitangaben erzeugen und berechnen .....	179
<b>9.2</b>	<b>Bessere zufällige Zahlen</b> .....	181
9.2.1	Mersenne-Twister .....	181
9.2.2	Binomialverteilung .....	182
9.2.3	Übung .....	184
<b>9.3</b>	<b>Mehrere Threads zur gleichen Zeit</b> .....	184
9.3.1	Ablauf von Threads .....	185
9.3.2	Parameter für Threads .....	187
9.3.3	Gemeinsame Daten .....	189
9.3.4	Gemeinsame Daten schützen .....	191
<b>9.4</b>	<b>Nützliche mathematische Funktionen</b> .....	193
9.4.1	Winkelfunktionen .....	193
9.4.2	Funktionen zum Runden .....	195
9.4.3	Verschiedene mathematische Funktionen .....	197
9.4.4	Prüffunktionen .....	198

9.4.5	Betrag und Vergleich .....	199
9.4.6	Numerische Funktionen .....	201
<b>9.5</b>	<b>Übungen</b> .....	202
<b>9.6</b>	<b>Rechnen mit komplexen Zahlen</b> .....	203
9.6.1	Erstellung von komplexen Zahlen .....	203
9.6.2	Spezielle Funktionen .....	205
9.6.3	Operatoren .....	207
9.6.4	Mathematische Funktionen .....	209
<b>9.7</b>	<b>Daten mit dem Betriebssystem austauschen</b> .....	210
9.7.1	Wie lauten die Parameter? .....	210
9.7.2	Berechnung der Summe der Parameter .....	212
9.7.3	Wie nutze ich die Rückgabe eines Programms? .....	213
9.7.4	Systemkommandos ausführen .....	215
9.7.5	Ausgabe umlenken .....	216
9.7.6	Eingabe umlenken .....	217
<b>9.8</b>	<b>Zugriff auf Dateien und Verzeichnisse</b> .....	219
9.8.1	Pfad-Objekte .....	220
9.8.2	Rechte für den Zugriff ermitteln .....	224
9.8.3	Rechte für den Zugriff ändern .....	226
9.8.4	Verzeichnisse und Verzeichnishierarchien .....	227
9.8.5	Dateien ändern .....	229
9.8.6	Verzeichnisse ändern .....	231
9.8.7	Verzeichnisse rekursiv ändern .....	233
<b>10</b>	<b>Eigene Klassen entwerfen</b> .....	237
<b>10.1</b>	<b>Klassen umfassen Eigenschaften und Methoden</b> .....	237
10.1.1	Die Definition der Klasse .....	238
10.1.2	Objekte als Instanzen einer Klasse .....	239
<b>10.2</b>	<b>Schützen Sie die Daten</b> .....	240
<b>10.3</b>	<b>Wie erzeuge und lösche ich Objekte?</b> .....	244
<b>10.4</b>	<b>Statische Elemente einer Klasse</b> .....	248
<b>10.5</b>	<b>Wie überlade ich Operatoren?</b> .....	252

<b>10.6</b>	<b>Objekte und Felder</b> .....	256
<b>10.7</b>	<b>Objekte ausgeben</b> .....	260
<b>10.8</b>	<b>Eigenschaften können Objekte sein</b> .....	262
<b>10.9</b>	<b>Übungen</b> .....	264
<b>11</b>	<b>Vererbung und Polymorphie</b> .....	269
<b>11.1</b>	<b>Basisklasse und abgeleitete Klassen</b> .....	269
<b>11.2</b>	<b>Welche Elemente sind an welcher Stelle erreichbar?</b> .....	276
<b>11.3</b>	<b>Konstruktoren in abgeleiteten Klassen</b> .....	277
<b>11.4</b>	<b>Was bedeutet Polymorphie?</b> .....	281
<b>11.5</b>	<b>Erben von mehreren Klassen</b> .....	284
<b>12</b>	<b>Datenströme verarbeiten</b> .....	289
<b>12.1</b>	<b>Sequenzielles Schreiben und Lesen</b> .....	289
12.1.1	Schreiben in eine Datei .....	290
12.1.2	Pfadangaben .....	292
12.1.3	Lesen aus einer Datei .....	292
12.1.4	Mehrmals öffnen und schließen .....	295
<b>12.2</b>	<b>Schreiben und Lesen an beliebiger Stelle</b> .....	296
12.2.1	Formatiertes Schreiben in eine Datei .....	297
12.2.2	Lesen an beliebiger Stelle einer Datei .....	299
12.2.3	Schreiben an beliebiger Stelle in eine Datei .....	302
<b>12.3</b>	<b>Wie leiten Sie Datenströme?</b> .....	305
12.3.1	String-Streams auf dem Bildschirm ausgeben .....	305
12.3.2	String-Streams von Tastatur lesen .....	306
<b>12.4</b>	<b>Wie ist das CSV-Format zum Austausch aufgebaut?</b> .....	308
12.4.1	Im CSV-Format in eine Datei schreiben .....	308
12.4.2	Eine Datei im CSV-Format lesen .....	312
<b>12.5</b>	<b>Übung</b> .....	315

<b>13</b>	<b>Container sind vielfältige Datenstrukturen</b>	319
<b>13.1</b>	<b>Wie durchlaufe ich Container?</b>	320
<b>13.2</b>	<b>Intelligente Felder mit fester Größe</b>	322
<b>13.3</b>	<b>Intelligente Felder mit variabler Größe</b>	326
<b>13.4</b>	<b>Eine Warteschlange mit zwei Enden</b>	330
<b>13.5</b>	<b>Daten in Listen verketteten</b>	334
13.5.1	Einfach verkettete Listen	334
13.5.2	Doppelt verkettete Listen	339
<b>13.6</b>	<b>Drei einfache Container</b>	344
13.6.1	Stapel	345
13.6.2	Einfache Warteschlangen	347
13.6.3	Prioritäts-Warteschlangen	349
<b>13.7</b>	<b>Zwei nützliche Typen</b>	351
13.7.1	Paare	351
13.7.2	Tupel	353
<b>13.8</b>	<b>Eine Menge von Elementen</b>	355
13.8.1	Sortiert und einzigartig	355
13.8.2	Nicht sortiert und einzigartig	360
13.8.3	Sortiert und nicht einzigartig	360
13.8.4	Nicht sortiert und nicht einzigartig	361
<b>13.9</b>	<b>Schlüssel und Werte in einer Map</b>	362
13.9.1	Sortiert und einzigartig	362
13.9.2	Nicht sortiert und einzigartig	367
13.9.3	Sortiert und nicht einzigartig	368
13.9.4	Nicht sortiert und nicht einzigartig	369
<b>13.10</b>	<b>Algorithmen für Bereiche</b>	369
<b>13.11</b>	<b>Mengenlehre</b>	374
<b>13.12</b>	<b>Eine Menge von Bits</b>	378
13.12.1	Funktionen für Bitsets	378
13.12.2	Operatoren für Bitsets	380

<b>14</b>	<b>Mehr zu eigenen Klassen</b>	383
<b>14.1</b>	<b>Objekte initialisieren, kopieren und erzeugen</b>	383
<b>14.2</b>	<b>Klassen können Freunde haben</b>	386
14.2.1	Befreundete Funktionen	386
14.2.2	Befreundete Klassen	387
<b>14.3</b>	<b>Namen müssen eindeutig sein</b>	389
<b>14.4</b>	<b>Fehler behandeln mit Ausnahmen</b>	392
14.4.1	Ausnahmen in Schleifen	392
14.4.2	Eigene Ausnahmen werfen	393
14.4.3	Ausnahme in Funktion behandeln	395
14.4.4	Eigene Ausnahmeklasse definieren	397
<b>14.5</b>	<b>Innere Klassen</b>	400
<b>14.6</b>	<b>Templates sind Vorlagen</b>	402
14.6.1	Templates für Funktionen	402
14.6.2	Templates für Klassen	405
<b>15</b>	<b>Präprozessor-Anweisungen</b>	409
<b>15.1</b>	<b>Einbinden von Dateien</b>	409
<b>15.2</b>	<b>Definitionen und Makros</b>	410
<b>15.3</b>	<b>Definitionen und Verzweigungen</b>	412
<b>15.4</b>	<b>Eine Systemweiche</b>	414
<b>16</b>	<b>Grafische Benutzeroberflächen mit der Qt-Bibliothek</b>	417
<b>16.1</b>	<b>Die erste GUI-Anwendung</b>	418
16.1.1	Klasse und Dateien	418
16.1.2	Projekt- und Codefenster	420
16.1.3	»Design«-Ansicht	420
16.1.4	Projekt ausführen	421

16.1.5	Ein Label einfügen und gestalten .....	422
16.1.6	Weitere Widgets einfügen und gestalten .....	424
16.1.7	Code und Verbindung erstellen .....	424
16.1.8	Registerkarte »Signals und Slots« .....	428
<b>16.2</b>	<b>Ein einfacher Kopfrechentrainer .....</b>	<b>429</b>
16.2.1	Die Erstellung der GUI .....	430
16.2.2	Die Deklaration der Klasse .....	431
16.2.3	Die Definition ohne Prüfung .....	431
16.2.4	Die Definition mit Prüfung .....	433
<b>16.3</b>	<b>Ein erweiterter Kopfrechentrainer .....</b>	<b>434</b>
16.3.1	Ein Projekt kopieren .....	435
16.3.2	Die Erweiterung der GUI .....	436
16.3.3	Die Erweiterung der Deklaration .....	437
16.3.4	Die Erweiterung des Konstruktors .....	437
16.3.5	Die Erweiterung des Prüfvorgangs .....	438
16.3.6	Die Erweiterung der Aufgabenstellung .....	439
<b>16.4</b>	<b>Weitere Widgets .....</b>	<b>441</b>
16.4.1	Beschreibung der Widgets .....	441
16.4.2	Die Erstellung der GUI .....	442
16.4.3	Die Deklaration der Klasse .....	442
16.4.4	Der Konstruktor der Klasse .....	443
16.4.5	Die Ereignismethoden der Klasse .....	445
<b>17</b>	<b>Datenbanken mit SQLite verwalten .....</b>	<b>449</b>
<b>17.1</b>	<b>Der Aufbau einer Datenbank .....</b>	<b>449</b>
<b>17.2</b>	<b>Wie erzeuge ich Datenbank und Tabelle? .....</b>	<b>450</b>
17.2.1	Die Erstellung der GUI .....	450
17.2.2	Die Deklaration der Klasse .....	451
17.2.3	Konstruktor und Destruktor der Klasse .....	452
17.2.4	Die Ereignismethode der Klasse .....	454
<b>17.3</b>	<b>Wie speichere ich Daten in einer Tabelle? .....</b>	<b>455</b>
<b>17.4</b>	<b>So zeige ich alle Daten einer Tabelle an .....</b>	<b>457</b>
<b>17.5</b>	<b>Wie wähle ich bestimmte Daten aus? .....</b>	<b>460</b>
17.5.1	Vergleichsoperatoren .....	461

17.5.2	Logische Operatoren .....	462
17.5.3	Vergleichsoperator »LIKE« .....	462
<b>17.6</b>	<b>Der Benutzer wählt Daten aus .....</b>	<b>464</b>
<b>17.7</b>	<b>Daten sollten sortiert werden .....</b>	<b>465</b>
<b>17.8</b>	<b>Wie ändere ich Daten? .....</b>	<b>466</b>
<b>17.9</b>	<b>Vorsicht beim Löschen von Daten .....</b>	<b>468</b>
<b>17.10</b>	<b>Eine Datenbank mit mehreren Tabellen .....</b>	<b>469</b>
17.10.1	Inhalt der Datenbank .....	469
17.10.2	Das Datenbankmodell .....	470
17.10.3	Der Aufbau des Qt-Projekts .....	472
17.10.4	Das Erstellen und Füllen der Tabellen .....	472
17.10.5	Abfragen über einzelne Tabellen .....	473
17.10.6	Abfragen über zwei verbundene Tabellen .....	474
17.10.7	Abfragen über drei verbundene Tabellen .....	475
17.10.8	Gruppieren und Summieren .....	476
<b>17.11</b>	<b>Projekt Vokabeln .....</b>	<b>476</b>
17.11.1	Die Benutzung des Programms .....	477
17.11.2	Der Aufbau des Qt-Projekts .....	481
17.11.3	Die Deklaration der Klasse .....	482
17.11.4	Der Konstruktor der Klasse .....	484
17.11.5	Das Aktivieren und Deaktivieren von Widgets .....	486
17.11.6	Die Auswahl der Sprachkombination .....	487
17.11.7	Der Vokabeltest wird gestartet .....	489
17.11.8	Die Übersetzung wird geprüft .....	491
17.11.9	Der Vokabeltest wird vorzeitig beendet .....	492
17.11.10	Die Neueingabe von Vokabeln wird gestartet .....	492
17.11.11	Die List Widgets werden parallel markiert .....	494
17.11.12	Eine neue Vokabel wird gespeichert .....	494
17.11.13	Eine Vokabel wird gelöscht .....	496
17.11.14	Die Neueingabe von Vokabeln wird beendet .....	496
17.11.15	Mögliche Erweiterungen des Programms .....	497
<b>17.12</b>	<b>Übung .....</b>	<b>497</b>
17.12.1	Benutzeroberfläche .....	498
17.12.2	Bedienung .....	498
17.12.3	Zugriff auf Date Edit Widget .....	500
17.12.4	Eintrag im List Widget aufsplitten .....	500

## Anhang

---

<b>A</b>	<b>Installationen</b> .....	501
A.1	Installationen unter Windows .....	501
A.2	Installationen unter Ubuntu Linux .....	512
A.3	Installationen unter macOS .....	516
A.4	Ubuntu Linux unter Windows installieren .....	520
<b>B</b>	<b>Hilfestellungen und Übersichten</b> .....	525
B.1	Windows – einige Tastenkombinationen .....	525
B.2	Unix-Befehle .....	525
B.3	Schlüsselwörter der Sprache C++ .....	529
	Index .....	531