

Ulrich Kaiser
Martin Guddat

C/C++

Das umfassende Lehrbuch

- ▶ Von den Grundlagen zur professionellen Programmierung
- ▶ Von einfachen Beispielen zu anspruchsvollen Algorithmen
- ▶ Für Ausbildung und Studium geeignet

5., aktualisierte und überarbeitete Auflage

Galileo Computing 

Vorwort

Als die erste Auflage dieses Buches erschien, war Roman Herzog Präsident der Bundesrepublik Deutschland. Auf Herzog folgten Rau, Köhler, Wulff und Gauck und jeweils eine neue Auflage dieses Buches. Jetzt liegt die fünfte, vollständig überarbeitete Auflage vor. Der Leitgedanke des Buches ist aber über all die Jahre gleich geblieben. Dazu möchte ich aus dem Vorwort der ersten Auflage zitieren:

Ziel des Buches ist es, Leser ohne Vorkenntnisse auf ein professionelles Niveau der C- und C++-Programmierung zu führen. Unter »Programmierung« wird dabei weitaus mehr verstanden als die Beherrschung einer Programmiersprache. So wie »Schreiben« mehr ist, als Wörter unter Beachtung der Regeln von Rechtschreibung, Zeichensetzung und Grammatik zu Sätzen zusammenzufügen, ist Programmieren mehr als die Erstellung formal korrekter Programme. Zum Programmieren gehört ein Überblick über die Grundlagen und die Anwendungen der Programmierung. Der Leitgedanke dieses Buches ist es, wichtige Grundlagen und Konzepte der Informatik darzustellen und unmittelbar mit der Programmierung zu verknüpfen. Die Grundlagen liefern dann die Ideen zur Programmierung, und die Programmierung liefert die Motivation für die Beschäftigung mit den Grundlagen.

Dem ist auch heute nichts hinzuzufügen.

Es freut mich, dass ich mit Martin Guddat einen Kollegen gefunden habe, der die Arbeit am Buch für die Amtsperioden der nächsten fünf Bundespräsidenten fortsetzen wird. Dazu wünsche ich ihm viel Erfolg.

Bocholt, im September 2014

Ulrich Kaiser

Ich verwende das Buch des Kollegen Kaiser seit mehreren Jahren in meinen eigenen Vorlesungen und empfehle es immer wieder gerne als umfassendes und konsistentes Werk, das eine breite Basis für die Programmierung legt. Umso mehr freut es mich, dass ich die Gelegenheit bekomme, das Buch in den kommenden Jahren weiterzuführen, zu pflegen und an neue Entwicklungen anzupassen.

Dafür möchte ich Ulrich Kaiser meinen besonderen Dank aussprechen und hoffe, dass ich seiner riesigen Vorarbeit gerecht werde.

Für die Durchsicht des gesamten Manuskripts, für seine Anmerkungen und seine Änderungsvorschläge danken wir beide besonders Herrn Daniel Hacirisoglu!

Bocholt, im September 2014

Martin Guddat

Kapitel 1

Einige Grundbegriffe

Computer Science is no more about computers than astronomy is about telescopes.

– Edsger W. Dijkstra

Womit beschäftigen wir uns in diesem Buch? Mit Informatik? Mit Programmierung? Mit der Programmiersprache C/C++? Mit Computern? Alles scheint miteinander verwoben. Und dann sagt auch noch einer der bedeutendsten Informatiker und Pioniere der Programmierung:

Computerwissenschaft hat mit Computern genauso viel zu tun wie Astronomie mit Teleskopen.

Sie sind vielleicht über das Interesse an Technik zu Computern und über das Interesse an Computern zu Programmiersprachen gekommen. Wir möchten mit Ihnen diesen Weg weitergehen und Sie über das Interesse an Programmiersprachen zur Programmierung und über das Interesse an der Programmierung zur Informatik führen. Ein weiter Weg, der merkwürdigerweise mit einem Kochrezept beginnt.

Im Internet habe ich das folgende Rezept zur Herstellung eines Pfannkuchens gefunden:

Zutaten:

50 g Butter oder Margarine
100 g Zucker
1 Pck. Vanillezucker
4 Eier
200 ml Milch
200 g Mehl
1 TL Backpulver
etwas Butter zum Ausbacken

Zubereitung:

Butter mit Zucker und Vanillezucker vermengen (dazu evtl. in der Mikrowelle weich werden lassen). Die Eigelbe hinzufügen und schaumig rühren, dann die Milch zugeben und unterrühren. Mehl mit Backpulver über die Masse sieben und glatt rühren. Eiweiße steif schlagen und zum Schluss unterheben.

Eine Pfanne bei mittlerer Hitze heiß werden lassen. Portionsweise aus dem Teig nun Pfannkuchen in wenig Butter von beiden Seiten braten, bis sie goldgelb sind.

Abbildung 1.1 Ein Pfannkuchenrezept

Das Rezept gliedert sich in zwei Teile. Im ersten Teil werden die erforderlichen *Zutaten* genannt, und im zweiten Teil wird die *Zubereitung* beschrieben. Die beiden Teile sind wesentlich verschieden und gehören doch untrennbar zusammen. Ohne Zutaten ist die Zubereitung nicht möglich, und ohne Zubereitung bleiben die Zutaten ungenießbar. Außerdem sehen Sie, dass sich der Autor bei der Formulierung des Rezepts einer bestimmten Fachsprache (schaumig rühren, steif schlagen, unterheben) bedient. Ohne diese Fachsprache wäre die Anleitung wahrscheinlich weitschweifiger, umständlicher und vielleicht sogar missverständlich. Die Verwendung einer Fachsprache setzt allerdings voraus, dass sich Autor und Leser des Rezepts zuvor (ausgesprochen oder unausgesprochen) auf eine gemeinsame Terminologie verständigt haben.

Wir übertragen dieses Beispiel in unsere Welt – die Welt der Datenverarbeitung:

- ▶ Die Zutaten für das Rezept sind die Daten bzw. *Datenstrukturen*, die wir verarbeiten wollen.
- ▶ Die Zubereitungsvorschrift ist ein *Algorithmus*¹, der festlegt, wie die Daten verarbeitet werden sollen.
- ▶ Das Rezept insgesamt ist ein *Programm*, das alle Datenstrukturen (Zutaten) und Algorithmen (Zubereitungsvorschriften) zum Lösen der gestellten Aufgabe enthält.
- ▶ Die gemeinsame Terminologie, in der sich Autor und Leser des Rezepts verständigen, ist die *Programmiersprache*, in der das Programm geschrieben ist. Die Programmiersprache muss dabei alle im Hinblick auf die Zutaten und die Zubereitung bedeutsamen Informationen zweifelsfrei zu übermitteln.
- ▶ Die Küche ist die technische Infrastruktur zur Umsetzung von Rezepten in schmackhafte Gerichte und ist vergleichbar mit einem *Computer*, seinem *Betriebssystem* und den benötigten *Entwicklungswerkzeugen*.
- ▶ Der Koch übersetzt das Rezept in einzelne Arbeitsschritte in der Küche. Üblicherweise geht ein Koch in zwei Schritten vor. Im ersten Schritt bereitet er die Zutaten einzeln und unabhängig voneinander vor (z. B. Kartoffeln kochen), um die Einzelteile dann in einem zweiten Schritt zusammenzufügen und abzuschmecken. In der Datenverarbeitung sprechen wir in diesem Zusammenhang von *Compiler* und *Linker*.
- ▶ Das fertige Gericht ist das *lauffähige Programm*, das vom Anwender (Esser) genutzt (verzehrt) werden kann.

Nur, welche Rolle spielen *wir* in diesem Szenario? Sollte für uns kein Platz vorgesehen sein? Nein, wir suchen uns die interessanteste Aufgabe aus:

1 Dieser Begriff geht zurück auf Abu Jafar Muhammad Ibn Musa Al-Khwarizmi, der als Bibliothekar des Kalifen von Bagdad um 825 ein Rechenbuch verfasste und dessen Name in der lateinischen Übersetzung von 1200 als »Algorithmus« angegeben wurde.

- ▶ Wir sind Autoren, die sich neue, schmackhafte Gerichte für unterschiedliche Anlässe ausdenken und Rezepte bzw. Kochbücher mit den besten Kreationen veröffentlichen.

Was müssen wir lernen, um unsere Rolle ausfüllen zu können?

- ▶ Wir müssen die Sprache beherrschen, in der Rezepte formuliert werden.
- ▶ Wir müssen einen Überblick über die üblicherweise verwendeten Zutaten, deren Eigenschaften und Zubereitungsmöglichkeiten haben.
- ▶ Wir müssen einen Vorrat an Zubereitungsverfahren bzw. kompletten Rezepten abrufbereit im Kopf haben.
- ▶ Wir müssen wissen, welche Zutaten oder Verfahren miteinander harmonieren und welche nicht.
- ▶ Wir müssen wissen, was in einer Küche üblicherweise an Hilfsmitteln vorhanden ist und wie bzw. wozu diese Hilfsmittel verwendet werden.
- ▶ Bei anspruchsvolleren Gerichten müssen wir wissen, in welcher Reihenfolge und mit welchem Timing die Einzelteile zuzubereiten sind und wie die einzelnen Aufgaben verteilt werden müssen, damit alles zeitgleich serviert werden kann.
- ▶ Wir müssen auch wissen, worauf ein potenzieller, späterer Esser Wert legt und worauf nicht. Dies ist besonders wichtig, wenn wir Rezepte für einen ganz besonderen Anlass erstellen.

Letztlich möchten wir komplette Festmenüs und deren Speisefolge komponieren und benötigen dazu eine Mischung aus Phantasie, Kreativität, logischer Strenge, Ausdauer und Fleiß, wie sie auch ein guter Koch, Komponist oder Architekt benötigt.

Zurück zu den Grundbegriffen der Informatik. Wir haben informell folgende Begriffe eingeführt:

- ▶ *Datenstruktur*
- ▶ *Algorithmus*
- ▶ *Programm*

Dabei haben Sie bereits erkannt, dass diese Begriffe untrennbar zusammengehören und eigentlich nur unterschiedliche Facetten ein und desselben Themenkomplexes sind.

- ▶ Algorithmen arbeiten auf Datenstrukturen. Algorithmen ohne Datenstrukturen sind leere Formalismen.
- ▶ Datenstrukturen benötigen Algorithmen, die auf ihnen operieren und sie damit zum »Leben« erwecken.
- ▶ Programme realisieren Datenstrukturen und Algorithmen. Datenstrukturen und Algorithmen sind zwar ohne Programme denkbar, aber viele Datenstrukturen