

norbert HEIDERICH  
wolfgang MEYER

3., neu bearbeitete Auflage



# Technische Probleme lösen mit C/C++

VON DER ANALYSE  
BIS ZUR DOKUMENTATION



**Im Internet:** Alle Codebeispiele  
zum Buch

HANSER

Heiderich/Meyer



## Technische Probleme lösen mit C/C++

### Bleiben Sie auf dem Laufenden!



Unser **Computerbuch-Newsletter** informiert Sie monatlich über neue Bücher und Termine. Profitieren Sie auch von Gewinnspielen und exklusiven Leseproben. Gleich anmelden unter



[www.hanser-fachbuch.de/newsletter](http://www.hanser-fachbuch.de/newsletter)



**Hanser Update** ist der IT-Blog des Hanser Verlags mit Beiträgen und Praxistipps von unseren Autoren rund um die Themen Online Marketing, Webentwicklung, Programmierung, Softwareentwicklung sowie IT- und Projektmanagement. Lesen Sie mit und abonnieren Sie unsere News unter



[www.hanser-fachbuch.de/update](http://www.hanser-fachbuch.de/update)



# Lernbücher der Technik

herausgegeben von Dipl.-Gewerbelehrer Manfred Mettke,  
Oberstudiendirektor a. D.

Bisher liegen vor:

Bauckholt, Grundlagen und Bauelemente der Elektrotechnik

Felderhoff/Busch, Leistungselektronik

Felderhoff/Freyer, Elektrische und elektronische Messtechnik

Fischer/Hofmann/Spindler, Werkstoffe in der Elektrotechnik

Freyer, Nachrichten-Übertragungstechnik

Knies/Schierack, Elektrische Anlagentechnik

Schaaf/Böcker, Mikrocomputertechnik

Seidel/Hahn, Werkstofftechnik

HANSER

Norbert Heiderich • Wolfgang Meyer



# Technische Probleme lösen mit C/C++

**Von der Analyse bis zur Dokumentation**

**3., neu bearbeitete Auflage**

**Mit 248 Bildern, 76 Beispielen und zahlreichen Listings**

**HANSER**

## **Autoren**

Dipl.-Math. Norbert Heiderich, Berufskolleg des Kreises Kleve, Kleve

Dipl.-Ing. Dipl.-Ing. Wolfgang Meyer, Heinz-Nixdorf-Berufskolleg, Essen



Alle in diesem Buch enthaltenen Programme, Verfahren und elektronischen Schaltungen wurden nach bestem Wissen erstellt und mit Sorgfalt getestet. Dennoch sind Fehler nicht ganz auszuschließen. Aus diesem Grund ist das im vorliegenden Buch enthaltene Programm-Material mit keiner Verpflichtung oder Garantie irgendeiner Art verbunden. Autor und Verlag übernehmen infolgedessen keine Verantwortung und werden keine daraus folgende oder sonstige Haftung übernehmen, die auf irgendeine Art aus der Benutzung dieses Programm-Materials oder Teilen davon entsteht.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Bibliografische Information Der Deutschen Nationalbibliothek  
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der  
Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im  
Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der Vervielfältigung des Buches, oder Teilen daraus, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren), auch nicht für Zwecke der Unterrichtsgestaltung – mit Ausnahme der in den §§ 53, 54 URG genannten Sonderfälle –, reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

© 2016 Carl Hanser Verlag München

Lektorat: Mirja Werner

Herstellung: Franziska Kaufmann

Satz: Kösel Media GmbH, Krugzell

Coverconcept: Marc Müller-Bremer, [www.rebranding.de](http://www.rebranding.de), München

Coverrealisierung: Stephan Rönigk

Druck und Bindung: Kösel, Krugzell

Printed in Germany

ISBN: 978-3-446-44784-4

E-Book-ISBN: 978-3-446-44905-3

[www.hanser-fachbuch.de/computer](http://www.hanser-fachbuch.de/computer)

# Vorwort des Herausgebers

## Was können Sie mit diesem Buch lernen?

Wenn Sie mit diesem Lernbuch arbeiten, dann erwerben Sie umfassende Erkenntnisse, die Sie zur Problemlösungsfähigkeit beim Programmieren mit der Hochsprache C/C++ führen.

Der Umfang dessen, was wir Ihnen anbieten, orientiert sich an

- den Studienplänen der Fachhochschulen für technische Studiengänge,
- den Lehrplänen der Fachschulen für Technik,
- den Anforderungen der Programmierpraxis,
- dem Stand der einschlägigen, professionellen Softwareentwicklung.

Sie werden systematisch, schrittweise und an ausgewählten Beispielen mit der Entwicklungsumgebung Visual C++ (VC++) von Microsoft vertraut gemacht.

Dabei gehen Sie folgenden Strukturelementen und Verfahrensweisen nach:

- Wie stellt sich die Entwicklungsumgebung dar?
- Welche grundlegenden Sprach- und Steuerungswerkzeuge gilt es kennenzulernen und an einfachen Beispielen anzuwenden?
- Wie wird ein Problem strukturiert programmiert?
- Wie muss die Software dokumentiert und getestet werden?
- Was meint objektorientierte Programmierung?

## Wer kann mit diesem Buch lernen?

Jeder, der

- sich weiterbilden möchte,
- die Grundlagen der elektronischen Datenverarbeitung beherrscht,
- Kenntnisse in den Grundlagen der elementaren Mathematik besitzt,
- bereit ist, sich mit technischen, mathematischen und kommerziellen Fragestellungen auseinanderzusetzen.

Das können sein:

- Studenten an Fachhochschulen und Berufsakademien,
- Studenten an Fachschulen für Technik,
- Schüler an beruflichen Gymnasien und Berufsoberschulen,
- Schüler in der Assistentenausbildung,
- Meister, Facharbeiter und Gesellen während und nach der Ausbildung,
- Umschüler und Rehabilitanden,
- Teilnehmer an Fort- und Weiterbildungskursen,
- Autodidakten.

## Wie können Sie mit diesem Buch lernen?

Ganz gleich, ob Sie mit diesem Buch in Hochschule, Schule, Betrieb, Lehrgang oder zu Hause lernen, es wird Ihnen Freude machen!

*Warum?*

Ganz einfach, **weil wir Ihnen ein Buch empfehlen, das in seiner Gestaltung die Grundgesetze des menschlichen Lernens beachtet.**

- Ein Lernbuch also! -

Sie setzen sich kapitelweise mit den Lehr-, Lerninhalten auseinander. Diese sind in überschaubaren Lernsequenzen schrittweise dargestellt. Die zunächst verbal formulierten Lehr-, Lerninhalte werden danach in die softwarespezifische Darstellung umgesetzt. An ausgewählten Beispielen konkretisiert und veranschaulichen die Autoren diese Lehr- bzw. Lerninhalte.

- Also auch ein unterrichtsbegleitendes Lehr-/Lernbuch mit Beispielen! -

Für das Suchen bestimmter Inhalte steht Ihnen das Inhaltsverzeichnis am Anfang des Buches zur Verfügung. Sachwörter finden Sie am Ende des Buches. Bücher zur vertiefenden und erweiterten Anwendung sind im Literaturverzeichnis zusammengestellt.

- Selbstverständlich mit Sachwortregister, Inhalts- und Literaturverzeichnis! -

Sicherlich werden Sie durch intensives Arbeiten mit diesem Buch Ihre „Bemerkungen zur Sache“ unterbringen und es so zu Ihrem individuellen Arbeitsmittel ausweiten:

- So wird am Ende Ihr Buch entstanden sein! -

Möglich wurde dieses Buch für Sie durch die Bereitschaft der Autoren und die intensive Unterstützung des Verlages mit seinen Mitarbeitern. Ihnen sollten wir herzlich danken.

Beim Lernen wünsche ich Ihnen viel Freude und Erfolg!

Ihr Herausgeber

*Manfred Mettke*

# Inhalt

<b>Einleitung</b> .....	<b>13</b>
<b>1 Systematik der Problemlösung</b> .....	<b>17</b>
1.1 Phasen der Programmentwicklung .....	17
1.2 Software-Lebenszyklus .....	19
1.3 Software-Entwicklungsverfahren .....	21
<b>2 Erste Gehversuche mit C/C++</b> .....	<b>26</b>
2.1 Warum gerade C/C++? .....	26
2.2 Compiler und Interpreter .....	28
2.3 Übersetzen eines C/C++-Programms .....	30
2.4 Programmstart .....	31
<b>3 Die Entwicklungsumgebung Visual C++</b> .....	<b>32</b>
3.1 Installation von VC++ .....	32
3.2 Starten von VC++ .....	34
3.3 Erstellen eines neuen Projektes .....	36
3.3.1 Win32-Projekte .....	37
3.3.1.1 Variante 1 - VC++ leistet Vorarbeit .....	38
3.3.1.2 Variante 2 - leeres Projekt .....	39
3.3.2 CLR-Projekte .....	42
3.4 Übersetzen eines eigenen Programms .....	44
3.5 Ausführen eines eigenen Programms .....	47
3.6 Paradigmen der Projektorganisation .....	47
<b>4 Grundlegende Sprach- und Steuerungselemente</b> .....	<b>50</b>
4.1 Kommentare .....	50
4.2 Datentypen und Variablen .....	51
4.2.1 Variablenamen .....	52
4.2.2 Ganzzahlige Variablen .....	52
4.2.3 Fließkommazahlen .....	54
4.2.4 Zeichen .....	55
4.2.5 Felder .....	56

4.2.5.1	Eindimensionale Felder .....	56
4.2.5.2	Mehrdimensionale Felder .....	57
4.2.5.3	Zugriff auf die Elemente eines Feldes .....	59
4.2.5.4	Startwertzuweisung für ein- und mehrdimensionale Arrays .....	61
4.2.6	Zeichenketten .....	63
4.3	Konstanten .....	64
4.4	Operatoren .....	65
4.4.1	Vorzeichenoperatoren .....	65
4.4.2	Arithmetische Operatoren .....	65
4.4.2.1	Addition + .....	65
4.4.2.2	Subtraktion - .....	65
4.4.2.3	Multiplikation * .....	66
4.4.2.4	Division / .....	66
4.4.2.5	Modulo % .....	66
4.4.2.6	Zuweisung = .....	66
4.4.2.7	Kombinierte Zuweisungen .....	67
4.4.2.8	Inkrementierung ++ .....	67
4.4.2.9	Dekrementierung - .....	68
4.4.3	Vergleichsoperatoren .....	68
4.4.3.1	Gleichheit == .....	68
4.4.3.2	Ungleichheit != .....	68
4.4.3.3	Kleiner < .....	69
4.4.3.4	Größer > .....	69
4.4.3.5	Kleiner gleich <= .....	69
4.4.3.6	Größer gleich >= .....	70
4.4.4	Logische Operatoren .....	70
4.4.4.1	Logisches NICHT ! .....	70
4.4.4.2	Logisches UND && .....	70
4.4.4.3	Logisches ODER    .....	70
4.4.5	Typumwandlungsoperator .....	71
4.4.6	Speicherberechnungsoperator .....	71
4.4.7	Bedingungsoperator .....	72
4.4.8	Indizierungsoperator .....	73
4.4.9	Klammerungsoperator .....	73
4.5	Anweisungen und Blöcke .....	75
4.6	Alternationen .....	75
4.6.1	Einfache Abfragen (if - else) .....	75
4.6.2	Mehrfachabfragen (else - if) .....	76
4.6.3	Die switch-case-Anweisung .....	77
4.7	Iterationen .....	79
4.7.1	Zählergesteuerte Schleifen (for) .....	79
4.7.2	Kopfgesteuerte Schleifen (while) .....	83
4.7.3	Fußgesteuerte Schleifen (do - while) .....	84
4.7.4	Schleifenabbruch (continue) .....	85
4.7.5	Schleifenabbruch (break) .....	86
4.7.6	Schleifenumwandlungen .....	88

4.8	Funktionen	88
4.8.1	Formaler Aufbau einer Funktion	89
4.8.1.1	Der Funktionskopf	90
4.8.1.2	Der Funktionsrumpf	91
4.8.2	Datentyp und Deklaration einer Funktion - Prototyping	92
4.8.3	Das Prinzip der Parameterübergabe	97
4.8.3.1	Aufrufverfahren call by value	97
4.8.3.2	Aufrufverfahren call by reference	99
4.8.3.3	Adressoperator, Zeiger und Dereferenzierung	102
4.8.4	Regeln für ein erfolgreiches Prototyping	103
4.8.5	Die exit()-Funktion	104
4.8.6	Rekursive Funktionen	104
4.9	Ein- und Ausgabe	107
4.9.1	Formatierte Eingabe mit scanf()	107
4.9.2	Formatierte Ausgabe mit printf()	108
4.9.3	Arbeiten mit Dateien	109
4.9.3.1	Öffnen der Datei	110
4.9.3.2	Verarbeiten der Datensätze	110
4.9.3.3	Schließen der Datei	111
4.9.3.4	stdio.h	111
4.9.3.5	fflush() und stdin	113
<b>5</b>	<b>Strukturierte Programmierung</b>	<b>114</b>
5.1	Problemstellung	115
5.2	Problemanalyse	116
5.3	Struktogramm nach Nassi-Shneiderman	119
5.3.1	Sequenz	121
5.3.2	Alternation	123
5.3.3	Verschachtelung	124
5.3.4	Verzweigung	125
5.3.5	Schleifen	127
5.3.5.1	Zählergesteuerte Schleife	127
5.3.5.2	Kopfgesteuerte Schleife	131
5.3.5.3	Fußgesteuerte Schleifen	133
5.3.5.4	Endlosschleifen	134
5.3.5.5	Kriterien zur Schleifenauswahl	134
5.3.6	Programm- oder Funktionsaufruf	134
5.3.7	Aussprung	135
5.3.8	Rechnergestützte Erstellung von Struktogrammen	136
5.3.8.1	StruktEd	136
5.3.8.2	hus-Struktogrammer	143
5.4	Flussdiagramm nach DIN 66001	151
5.5	Programmerstellung	153
5.6	Programmtest	153
5.7	Programmlauf	154
5.8	Dokumentation nach DIN 66230	155

5.8.1	Funktion und Aufbau des Programms	155
5.8.2	Programmkenndaten	156
5.8.3	Betrieb des Programms	157
5.8.4	Ergänzungen	157
5.9	Aspekte des Qualitätsmanagements EN-ISO 9000	158
5.10	Algorithmus – was ist das?	159
5.11	EVA-Prinzip	165
5.12	Programmierung von Formelwerken	166
<b>6</b>	<b>Lösung einfacher Probleme</b>	<b>171</b>
6.1	Umrechnung von Temperatursystemen	171
6.2	Flächenberechnung geradlinig begrenzter Flächen (Polygone)	177
6.2.1	Erste Problemvariation: Berechnung der Schwerpunktkoordinaten $S(x_S; y_S)$ von polygonförmig begrenzten Flächen	184
6.2.2	Zweite Problemvariation: Suche nach einem „günstigen“ Treffpunkt	185
6.3	Berechnung einer Brückenkonstruktion	186
6.4	Schaltjahrüberprüfung	190
6.5	Ein Problem aus der Energiewirtschaft	196
6.6	Logarithmische Achsenteilung	206
<b>7</b>	<b>Objektorientierte Programmierung (OOP)</b>	<b>214</b>
7.1	Modellbildung mittels Abstraktion	214
7.2	Klassen und Objekte	215
7.3	Attribute und Methoden einer Klasse	218
7.4	Bruchrechnung mit OOP	219
7.5	Vererbung	228
7.6	Strings	235
7.7	Typumwandlungen	236
7.8	Strukturierte Programmierung vs. OOP	240
<b>8</b>	<b>Lösung fortgeschrittener Probleme</b>	<b>241</b>
8.1	Grafische Darstellung funktionaler Abhängigkeiten	241
8.1.1	Welt- und Screenkoordinaten	243
8.1.2	Koordinatentransformationen	245
8.1.3	Darstellung der Sinusfunktion	251
8.1.4	Darstellung quadratischer Parabeln	255
8.1.5	Spannungsteilerkennlinien	258
8.2	Lösung technisch-wissenschaftlicher Probleme	260
8.2.1	Widerstandsreihen E6 bis E96	260
8.2.2	Farbcodierung von Widerständen nach DIN 41429	263
8.2.3	Fourier-Synthese periodischer empirischer Funktionen	266
8.2.4	Fourier-Analyse empirischer Funktionen	274
8.3	Nullstellenbestimmung von Funktionen	279
8.3.1	Inkrementverfahren und Intervallhalbierung	279
8.3.2	Die regula falsi	284
8.3.3	Das Newton-Verfahren	286

8.4	Numerische Integration .....	289
8.4.1	Riemannsche Unter- und Obersummen .....	289
8.4.2	Trapezregel .....	293
8.4.3	Simpsonsche Regel .....	298
8.4.4	Effektivwertberechnungen .....	303
8.5	Einbindung eigener Klassen .....	305
8.5.1	Das „Platinenproblem“ als objektorientierte Konsolenanwendung ..	305
8.5.2	Das „Platinenproblem“ in der Erweiterung mit grafischer Benutzeroberfläche .....	310
<b>9</b>	<b>Lösung komplexer Probleme .....</b>	<b>314</b>
9.1	Kurvendiskussion und Funktionsplotter am Beispiel ganzzahliger Funktionen bis 3. Ordnung .....	314
9.2	Ausgleichsrechnung – Bestimmung der „besten“ Geraden in einer Messreihe .....	317
9.3	Digitaltechnik .....	327
<b>10</b>	<b>Tabellen und Übersichten .....</b>	<b>341</b>
10.1	Datentypen und ihre Wertebereiche .....	341
10.2	Vergleich der Symbole nach DIN 66 001 und der Nassi-Shneiderman-Darstellung .....	342
10.3	Schlüsselwörter ANSI C .....	343
10.4	Erweiterte Schlüsselwörter C++ .....	345
10.5	ASCII-Tabelle .....	348
10.6	Standardfunktionen und ihre Zuordnung zu den Header-Dateien (Include)	350
<b>Literatur</b>	.....	<b>354</b>
<b>Index</b>	.....	<b>355</b>



# Einleitung

Bücher, die sich mit Entwicklungsumgebungen beschäftigen, gibt es viele. Ebenso gibt es unzählige Werke, die die Programmiersprachen C und C++ beschreiben und sich mit den Vorteilen der einen gegenüber der anderen auseinandersetzen. Lehrbücher, die dem Leser den Weg vom konkreten Problem über Lösungsstrategien und Dokumentationshilfen bis hin zur rechnerunterstützten fertigen Lösung aufzeigen, sind hingegen Mangelware.

Niemand fängt bei dem Versuch, mit einer neuen Programmiersprache zu arbeiten, gerne ganz von vorne an. Daher werden Sie in diesem Buch Codebeispiele und exemplarische Vorgehensweisen finden, die Ihnen den Einstieg in die C/C++-Programmierung erleichtern. Das Buch möchte Sie als Leser bei der Lösung und Bearbeitung Ihrer Probleme unterstützen, Ihnen anhand vieler Beispiele unterschiedliche Einsatzmöglichkeiten von Programmier- und Dokumentationstechniken näherbringen, um Ihnen Schritt für Schritt den Weg in die professionelle Softwareentwicklung aufzuzeigen.

Zur Realisierung der Beispiele haben wir uns entschieden, mit Visual C++ (kurz: VC++) der Firma Microsoft zu arbeiten. Zum einen liegt mit VC++ ein hochmodernes Werkzeug zur effizienten Erstellung von Software jeden Anwendungs- und Komplexitätsgrades vor. Zum anderen ist die Verbreitung von VC++ so groß, dass die Wahrscheinlichkeit, dass Sie im professionellen Einsatz mit dieser Entwicklungsumgebung umgehen werden, sehr hoch ist. Darüber hinaus ist die Verfügbarkeit von VC++ als kostenloser Download der Firma Microsoft (siehe <https://www.visualstudio.com/downloads>) ein nicht zu unterschätzender Vorteil.

Grundsätzlich ist es natürlich auch möglich, eine andere Entwicklungsumgebung zu nutzen (z. B.: Code::Blocks, Eclipse, NetBeans IDE u. a.), allerdings können dann die von uns bereit gestellten Beispiele nicht ohne Anpassungen genutzt werden. Sie müssen in solchen Fällen die jeweiligen Quellcodes in Ihre Entwicklungsumgebung übertragen. Die Nutzung unserer Beispiele mit grafischen Oberflächen entfällt vollständig. Die entsprechenden Layouts müssen dann in Ihrer Entwicklungsumgebung nachempfunden werden. Alle relevanten Ideen können natürlich aus unseren Quellcodes ausgelesen werden.

## *Aufbau des Buches*

Das Buch ist in zehn Kapitel gegliedert, die jeweils ein spezielles Thema zum Inhalt haben. Bei der Auswahl der umgesetzten Beispiele haben wir versucht, sowohl technisch-wissenschaftliche, mathematische als auch kommerzielle Probleme zu thematisieren, um ein mög-

lichst großes Spektrum von Fragestellungen und damit verbundenen Problemlösungen aufzuzeigen.

Die Kapitel werden im Folgenden kurz skizziert:

### *Kapitel 1*

Im ersten Kapitel stehen Gesichtspunkte, die in einer hochvernetzten und globalisierten Arbeitswelt den Umgang mit zu lösenden Problemen diktieren, im Fokus der Betrachtung. Längst sind die Zeiten vorbei, in denen sich ein Softwareentwickler so intensiv mit seinem Problem auseinandersetzen konnte, bis er sicher war, eine optimale und anwendungsbreite Lösung gefunden zu haben. Die Maxime heute lautet: in kürzester Zeit ein brauchbares Ergebnis zu liefern.

### *Kapitel 2*

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit einigen grundlegenden Aspekten der Programmiersprache C/C++. Neben der Frage, warum es sinnvoll ist, gerade mit C/C++ zu arbeiten, werden Funktionsweisen der Komponenten der Entwicklungsumgebung betrachtet und erläutert.

### *Kapitel 3*

Im dritten Kapitel wird die Arbeitsweise von VC++ und die Arbeit mit dieser Entwicklungsumgebung beschrieben. Der Leser erfährt, wie ein komplexeres Projekt organisiert wird.

**!** Auf Installationhinweise auf zur jeweils aktuellen Version von VC++ haben wir absichtlich verzichtet, da Microsoft in sehr kurzen Zyklen neue Versionen zur Verfügung stellt, deren Installationen keinerlei Probleme darstellen. Die Kompatibilität von eingesetztem Betriebssystem und verwendeter Version der Entwicklungsumgebung von VC++ wird auf den Internet-Seiten von Microsoft dargestellt (s. a. <https://msdn.microsoft.com/de-de>).

### *Kapitel 4*

In diesem Kapitel werden die grundlegenden Sprach- und Steuerungselemente der Syntax der Programmiersprache C/C++ an einfachen Beispielen dargestellt.

### *Kapitel 5*

Dieses Kapitel enthält eine Einführung in die strukturierte Programmierung und ihre Darstellungsformen. Der Leser lernt rechnergestützte Systeme zur Erstellung von Struktogrammen kennen, die an Beispielen zunehmender Komplexität beschrieben werden. Außerdem werden die Bestandteile einer Software-Dokumentation beschrieben und die Frage beantwortet, was Software mit Qualität zu tun haben sollte.

### *Kapitel 6*

Im sechsten Kapitel werden die Kenntnisse der strukturierten Programmierung zunächst an einfachen Problemen angewendet. Von der Problemanalyse bis zur Ergebnisausgabe der Programme sind die Beispiele durchgängig dokumentiert.