

HANSER



Leseprobe

zu

Java

Eine Einführung in die Programmierung

Dirk Louis

Peter Müller

ISBN (Buch): 978-3-446-45194-0

ISBN (E-Book): 978-3-446-45362-3

Weitere Informationen und Bestellungen unter

<http://www.hanser-fachbuch.de/>

sowie im Buchhandel

© Carl Hanser Verlag, München

Inhalt

Vorwort	XI
1 Bevor es losgeht	1
1.1 Was ist Java? -Teil I	1
1.2 Was ist ein Programm?	3
1.3 Wie werden Programme erstellt?	5
1.4 Von Compilern und Interpretern	5
1.5 Was ist Java? - Teil II	6
1.6 Vorbereitung zum Programmieren	9
2 Der erste Kontakt	15
2.1 Die erste Java-Anwendung	15
2.2 Zusammenfassung	22
2.3 Fragen und Antworten	22
2.4 Übungen	22
3 Von Daten, Operatoren und Objekten	23
3.1 Variablen und Anweisungen	23
3.2 Operatoren	31
3.3 Typumwandlung	34
3.4 Objekte und Klassen	37
3.5 Arrays	48
3.6 Vordefinierte Klassen und Pakete	50
3.7 Zusammenfassung	51
3.8 Fragen und Antworten	52
3.9 Übungen	53
4 Programmfluss und Fehlererkennung mit Exceptions	55
4.1 Die Axiomatik des Programmablaufs	55
4.2 Modularisierung durch Klassen und Methoden	56

4.3	Kontrollstrukturen	66
4.4	Fehlerbehandlung durch Exceptions	77
4.5	Zusammenfassung	81
4.6	Fragen und Antworten	82
4.7	Übungen	83
5	Objektorientierte Programmierung mit Java	85
5.1	Vererbung	85
5.2	Methoden (Klassenfunktionen)	93
5.3	Variablen- und Methodensichtbarkeit	98
5.4	Innere Klassen	106
5.5	Mehrfachvererbung und Schnittstellen	107
5.6	Zusammenfassung	111
5.7	Fragen und Antworten	111
5.8	Übungen	113
6	Ein- und Ausgabe	115
6.1	Streams	115
6.2	Ausgaben auf den Bildschirm	116
6.3	Ausgabe in Dateien	121
6.4	Eingaben von Tastatur	124
6.5	Aus Dateien lesen	127
6.6	Ein wichtiger Punkt: korrekte Exception-Behandlung	129
6.7	Rund um Strings	131
6.8	Zusammenfassung	138
6.9	Fragen und Antworten	138
6.10	Übungen	139
7	Collections und weitere nützliche Klassen	141
7.1	Zufallszahlen erzeugen	141
7.2	Zeit- und Datumsangaben	143
7.3	Zeichenfolgen zerlegen	146
7.4	Komplexe Datenstrukturen (Collections)	147
7.5	Algorithmen	157
7.6	Zusammenfassung	159
7.7	Fragen und Antworten	159
7.8	Übungen	160
8	Grundlagen der GUI-Programmierung	161
8.1	Der GUI-Reiseführer	162
8.2	Aufbau einer GUI-Anwendung	163

8.3	Das Ereignis-Modell des AWT	168
8.3.1	java.awt.event importieren	171
8.3.2	Ereignislauscher definieren	171
8.3.3	Lauscher für Quelle registrieren	172
8.3.4	Adapter	173
8.3.5	Einige abschließende Anmerkungen	175
8.4	Chamäleon sein mit UIManager und Look&Feel	177
8.5	Ein umfangreicheres Beispiel	178
8.6	Zusammenfassung	179
8.7	Fragen und Antworten	180
8.8	Übungen	181
9	Grafik, Grafik, Grafik	183
9.1	Das Arbeitsmaterial des Künstlers	183
9.2	Erweitertes Layout mit Panel-Containern	192
9.3	Kreise, Rechtecke und Scheiben	194
9.4	Freihandlinien	198
9.5	Noch mehr Grafik mit Java2D	201
9.6	Zusammenfassung	205
9.7	Fragen und Antworten	206
9.8	Übungen	207
10	Bilder, Bilder, Bilder	209
10.1	Der Bildbetrachter	209
10.2	Dateien öffnen und speichern: die Klasse JFileChooser	214
10.3	Laden und Anzeigen von Bildern	216
10.4	Zusammenfassung	219
10.5	Fragen und Antworten	220
10.6	Übungen	220
11	Text, Text, Text	221
11.1	Ein Texteditor	221
11.2	Umgang mit Text: JTextField, JTextArea und JTextPane	222
11.3	Kombinationsfelder	228
11.4	Eigene Dialoge	231
11.5	Nach Textstellen suchen	235
11.6	Unterstützung der Zwischenablage	237
11.7	Drucken	239
11.8	Zusammenfassung	241
11.9	Fragen und Antworten	241
11.10	Übungen	242

12	Menüs und andere Oberflächenelemente	243
12.1	Die Komponentenhierarchie	243
12.2	Die Basisklasse Component	244
12.3	Statische Textfelder (JLabel)	246
12.4	Schaltflächen (JButton)	248
12.5	Eingabefelder (JTextField und JTextArea)	249
12.6	Optionen (JCheckBox, JRadioButton)	252
12.7	Listen- und Kombinationsfelder (JList und JComboBox)	254
12.8	Bildlaufleisten (JScrollBar)	256
12.9	Menüleisten (JMenuBar)	258
12.10	Zusammenfassung	260
12.11	Fragen und Antworten	261
12.12	Übungen	261
13	Threads und Animation	265
13.1	Multithreading mit Java	265
13.2	Eigene Threads erzeugen: die Klasse Thread	268
13.3	Eigene Threads erzeugen: die Runnable-Schnittstelle	271
13.4	Wissenswertes rund um Threads	273
13.5	Threads und Animation I	275
13.6	Threads und Animation II	279
13.6.1	SwingWorker	280
13.7	Zusammenfassung	284
13.8	Fragen und Antworten	285
13.9	Übungen	285
14	Sound	287
14.1	Was ist eine URL?	287
14.2	Sounddateien abspielen	288
14.3	Wiedergabe von MP3	289
14.4	Tonerzeugung mit MIDI	290
14.4.1	Abspielen einer MIDI-Datei	290
14.4.2	Selber Musik machen	291
14.5	Zusammenfassung	292
14.6	Fragen und Antworten	293
14.7	Übungen	293
15	Die Datenbankschnittstelle JDBC	295
15.1	Datenbanken-ABC	295
15.2	Die JDBC-Schnittstelle	297
15.3	Vorbereitung für JavaDB	298

15.4	Zugriff auf eine Datenbank	298
15.4.1	Verbindungsaufbau	299
15.4.2	Lese- und Schreiboperationen durchführen	299
15.4.3	Verbindung schließen	301
15.5	Zusammenfassung	304
15.6	Fragen und Antworten	305
15.7	Übungen	305
16	Was wir noch erwähnen wollten	307
16.1	Aufzählungen (enum)	307
16.1.1	Definition	308
16.1.2	Variablen definieren	308
16.1.3	Aufzählungskonstanten vergleichen	308
16.1.4	Aufzählungen und switch	309
16.1.5	Aufzählungen und for	309
16.2	Lambda-Ausdrücke	310
16.3	Java Generics	311
16.3.1	Einleitung	311
16.3.2	Syntax	312
16.3.3	Eingeschränkte Platzhalter	314
16.3.4	Parameter und Variablen von generischen Typen	314
16.4	Jar-Archive	315
16.5	Module	316
16.6	Debuggen	318
16.6.1	Grundsätzliches Vorgehen	319
16.7	Anwendungen weitergeben	320
16.7.1	Ohne JRE geht es nicht	320
16.7.2	Java-Anwendungen ausführen: von .class bis .exe	322
Anhang A:	Lösungen	325
Anhang B:	Installation des JDK	341
B.1	Installation	342
B.2	Anpassen des Systems	344
B.2.1	Erweiterung des Systempfads	344
B.2.2	Installation testen	346
B.2.3	Setzen des Klassenpfads	347
B.3	Die Java-Dokumentation	348
B.4	Wo Sie weitere Hilfe finden	349
Anhang C:	Schlüsselwörter	351

Anhang D: Java-Klassenübersicht	353
D.1 java.io	353
D.2 java.lang	354
D.3 java.applet	354
D.4 java.awt	355
D.5 java.awt.event	356
D.6 java.awt.geom	357
D.7 java.net	357
D.8 java.sql	358
D.9 javax.sound.midi	358
D.10 javax.swing	359
D.11 java.util	360
Anhang E: Literatur und Adressen	361
E.1 Bücher	361
E.2 Zeitschriften	362
E.3 Ressourcen im Internet	363
Anhang F: Das Material zum Buch	365
Index	367

Vorwort

Dieses Buch soll Sie auf leicht verständliche und gleichsam unterhaltsame Weise in die Programmierung mit Java einführen. Vorhandene Programmierkenntnisse können von Vorteil sein, werden aber nicht vorausgesetzt. Schritt für Schritt werden Sie sich in Java einarbeiten und erfahren, wie Sie die Mächtigkeit der Sprache für Ihre Zwecke nutzen können.

Sie werden Ihre ersten Java-Anwendungen schreiben, sich mit der objektorientierten Programmierung vertraut machen und erfahren, wie man in Java Anwendungen mit grafischen Benutzeroberflächen programmiert. In den letzten Kapiteln des Buchs wenden wir uns dann noch diversen Fortgeschrittenenthemen zu, wie der Implementierung von Threads und Animationen oder der Datenbankunterstützung.

Am Ende eines jeden Kapitels finden Sie eine Reihe von Testfragen und eine Zusammenfassung des behandelten Stoffs sowie einige Übungsaufgaben, die zur Vertiefung und Wiederholung des Stoffs dienen, vor allem aber auch die Lust am Programmieren anregen sollen.

Programmierkenntnisse sind wie erwähnt nicht erforderlich, aber Sie sollten auch nicht zu den Zeitgenossen gehören, die bisher noch jedem Computer erfolgreich aus dem Weg gegangen sind. Spaß am Programmieren können wir Ihnen nur dann vermitteln, wenn Sie selbst ein wenig guten Willen und Ausdauer mitbringen. Gute Laune, eine Portion Neugier, dieses Buch – was brauchen Sie noch?

Um mit Java programmieren zu können, benötigen Sie ein entsprechendes Entwicklungspaket, das sogenannte JDK (Java Development Kit). Optional können Sie zusätzlich zu dem JDK eine integrierte Entwicklungsumgebung wie z. B. NetBeans oder die Open-Source-Software Eclipse verwenden.

Für Java-Einsteiger ist der Einsatz einer integrierten Entwicklungsumgebung allerdings häufig recht verwirrend und lenkt vom eigentlichen Primärziel, die Programmiersprache Java zu lernen, unnötig ab. Schlimmer noch: Die meisten Entwicklungsumgebungen sind für fortgeschrittene Programmierer konzipiert und erleichtern deren tägliche Programmierarbeit, indem sie komplexe Arbeitsschritte automatisieren, vordefinierte Codegerüste anbieten, eigenständig Code erzeugen. Für Anfänger ist dies ein Desaster! Nehmen wir nur einmal das Codegerüst einer einfachen Konsolenanwendung, das in Java aus ungefähr vier bis sieben Zeilen Code besteht. Wenn Ihnen dieses Codegerüst stets von Ihrer Entwicklungsumgebung fertig vorgelegt wird, werden Sie sich kaum die Mühe machen, es je selbst einmal abzutippen. Sie werden es sich vielleicht anschauen und versuchen, es zu verstehen, aber Sie werden es nie wirklich verinnerlichen. Wenn Sie dann später einmal an einem Rechner

arbeiten müssen, auf dem keine Entwicklungsumgebung installiert ist, werden Sie mit Schrecken feststellen, dass es Ihnen unmöglich ist, das Grundgerüst aus dem Kopf nachzustellen. Nun, ganz so schlimm wird es vielleicht nicht kommen, aber der Punkt ist, dass die Annehmlichkeiten der Entwicklungsumgebungen den Anfänger schnell dazu verführen, sich mit zentralen Techniken und Prinzipien der Java-Programmierung nur oberflächlich auseinanderzusetzen.

Aus diesem Grund legen wir in diesem Buch Wert auf Handarbeit mit elementarsten Mitteln: Wir setzen unsere Quelltexte in einem einfachen Texteditor auf, wandeln die Quelltexte mithilfe des Java-Compilers *javac* aus dem JDK in ausführbare Programme um und führen diese dann mit dem Java-Interpreter *java* (ebenfalls im JDK enthalten) aus. Wie Sie dabei im Einzelnen vorgehen und was Sie beachten müssen, erfahren Sie in den einleitenden Kapiteln und im Anhang dieses Buchs.

Benötigte Software und Beispielsammlung

Die Java-Entwicklungsumgebung und die Beispielsammlung zu diesem Buch finden Sie zum Download im Internet. Die entsprechenden Links finden Sie im Anhang F, Hinweise zur Installation der Entwicklungsumgebung in Anhang B.

www.carpelibrum.de

Falls Sie während der Buchlektüre auf Probleme oder gar auf inhaltliche Fehler stoßen, sollten Sie nicht zögern, uns eine E-Mail unter Angabe von Buchtitel und Auflage zu senden. Allerdings schauen Sie bitte zuerst auf unserer Buchseite www.carpelibrum.de nach, ob sich nicht dort schon eine Antwort findet. Neben Aktualisierungen, Fehlerkorrekturen und Antworten auf typische Fragen finden Sie dort auch Hinweise auf weitere Bücher rund ums Thema Programmieren.

Viel Erfolg mit Java wünschen Ihnen

Dirk Louis (autoren@carpelibrum.de)

Peter Müller (leserfragen@gmx.de)

Saarbrücken, im Frühjahr 2018

3

Von Daten, Operatoren und Objekten

Anscheinend haben Sie dieses Buch nach dem vorangehenden Kapitel doch nicht in den Altpapiercontainer geworfen und das ist auch gut so. Denn der schwierigste, weil verwirrendste Teil liegt bereits hinter uns! Der erste Kontakt mit einer Programmiersprache ist nicht gerade leicht – und wenn dies schon für Sprachen wie Basic oder C gilt, so ist es erst recht wahr für Java mit seinem konsequent objektorientierten Aufbau. Viele unbekannte Konzepte, seltsame Schreibweisen und Begriffe prasseln da auf den Anfänger ein und die nagende Frage taucht auf: Soll ich mir das antun?

„Der Zweifel ist's, der Gutes böse macht!“ (*Goethe, Iphigenie auf Tauris*)

Halten Sie also noch ein bisschen durch, ab diesem Kapitel wird alles leichter. Fortan werden wir systematisch an die Sache herangehen, wir werden uns die aufregende Welt der Java-Programmierung Stück für Stück erobern und unserer eigenen Kreativität als Programmierer Tür und Tor öffnen.

■ 3.1 Variablen und Anweisungen

Die Aufgabe eines jeden Computerprogramms ist die Verarbeitung von irgendwelchen Informationen, die im Computerjargon meist Daten genannt werden. Das können Zahlen sein, aber auch Buchstaben, ganze Texte oder Bilder und Zeichnungen. Dem Rechner ist diese Unterscheidung gleich, da er letztlich alle Daten in Form von endlosen Zahlenkolonnen in Binärdarstellung (nur Nullen und Einsen) verarbeitet.

Zahlensysteme

Erinnern Sie sich noch, als in der Schule die verschiedenen Zahlensysteme durchgenommen wurden: das uns so vertraute aus Indien stammende Zehnersystem, das babylonische Sexagesimalsystem und das künstlich anmutende Dual- oder *Binärsystem*? Ich für meinen Teil fand es ebenso interessant zu erfahren, dass die Einteilung unserer Stunden in 60 statt 100 Minuten auf die Babylonier zurückgeht, wie es mich langweilte, Zahlen ins Dualsystem umzurechnen und als Folge von Nullen und Einsen darzustellen. Wer ist denn so dumm, freiwillig mit Binärzahlen zu rechnen? Nun, ich wünschte, meine Lehrer hätten mich

gewarnt, aber vermutlich wussten die Lehrer damals selbst noch nicht, was man alles mit Binärzahlen anfangen kann (vielleicht haben die Lehrer uns ja auch gewarnt und wir haben es nur verschlafen). Jedenfalls rechnen Computer nur im Binärsystem:

- zum einem, weil die beiden einzigen möglichen Werte 0 und 1 sich gut mit elektronischen Signalen darstellen lassen (Strom an, Strom aus),
- zum anderen, weil es sich im Binärsystem sehr leicht rechnen lässt, vorausgesetzt man stößt sich nicht an der kryptischen Darstellung der Zahlen.

Damit wären wir wieder beim eigentlichen Thema. Für den Computer sind also sämtliche Daten (nicht nur die Zahlen) Folgen von Nullen und Einsen, weil er diese am schnellsten und einfachsten verarbeiten kann. Wie diese Daten und die Ergebnisse seiner Berechnungen zu interpretieren sind, ist dabei nicht sein Problem – es ist unser Problem.

Datentypen machen das Leben leichter

Stellen Sie sich vor, wir schreiben das Jahr 1960 und Sie sind stolzer Besitzer einer Rechenmaschine, die Zahlen und Text verarbeiten kann. Beides allerdings in Binärformat. Um Ihre Freunde zu beeindrucken, lassen Sie den „Computer“ eine kleine Subtraktion berechnen, sagen wir:

```
8754 - 398 = ?
```

Zuerst rechnen Sie die beiden Zahlen durch fortgesetzte Division durch 2 ins Binärsystem um (wobei die nicht teilbaren Reste der aufeinanderfolgenden Divisionen, von rechts nach links geschrieben, die gewünschte Binärzahl ergeben).

```
10001000110010 - 110001110 = ?
```

Die Binärzahlen stanzen Sie sodann als Lochkarte und lassen diese von Ihrem Computer einlesen. Dann drücken Sie noch die Taste für Subtraktion und ohne Verzögerung erscheint das korrekte Ergebnis:

```
10000010100100
```

Zweifelsohne werden Ihre Freunde von dieser Maschine äußerst beeindruckt sein und ich selbst wünschte, ich hätte im Mathematikunterricht eine derartige praktische Hilfe gehabt. Trotzdem lässt sich nicht leugnen, dass die Interpretation der Binärzahlen etwas unhandlich ist, und zwar erst recht, wenn man neben einfachen ganzen Zahlen auch Fließkommazahlen, Texte und Bitmaps im Binärformat speichert.

Für die Anwender von Computern ist dies natürlich nicht zumutbar und die Computerrevolution – die vierte der großen Revolutionen (nach der Glorious Revolution, England 1688, der französischen Revolution von 1789 und der Oktoberrevolution, 1917 in Russland) – hätte nicht stattgefunden, hätte man nicht einen Ausweg gefunden. Dieser bestand nun einfach darin, es der Software – dem laufenden Programm – zu überlassen, die vom Anwender eingegebenen Daten (seien es Zahlen, Text, Bitmaps etc.) in Binärformat umzuwandeln und umgekehrt die auszugebenden Daten wieder vom Binärformat in eine leicht lesbare Form zu verwandeln.

„Gemeinheit“, höre ich Sie aufbegehren, „da wurde das Problem ja nur vom Anwender auf den Programmierer abgewälzt.“ Ganz so schlimm ist es nicht. Der Java-Compiler nimmt uns hier das Größte ab. Alles, was wir zu tun haben, ist, dem Compiler anzugeben, mit welchen Daten wir arbeiten möchten und welchem Datentyp diese Daten angehören (sprich, ob es sich um Zahlen, Text oder Sonstiges handelt).

Schauen wir uns gleich mal ein Beispiel an:

```
public class ErstesBeispiel {
    public static void main(String[] args) {
        int ersteZahl;
        int zweiteZahl;
        int ergebnis;

        ersteZahl = 8754;
        zweiteZahl = 398;
        System.out.println(" 1. Zahl = " + ersteZahl);
        System.out.println(" 2. Zahl = " + zweiteZahl);
    }
}
```

Das Grundgerüst, das bereits in Abschnitt 2.1 vorgestellt wurde, übernehmen wir einfach wie gehabt. Wenden wir unsere Aufmerksamkeit gleich den Vorgängen in der `main()`-Funktion zu.

Dort werden zuerst die für die Berechnung benötigten Variablen deklariert.



Variablen

Die Variablen eines Programms sind nicht mit den Variablen mathematischer Berechnungen gleichzusetzen. *Variablen* bezeichnen Speicherbereiche im RAM (Arbeitsspeicher), in denen ein Programm Werte ablegen kann. Um also mit Daten arbeiten zu können, müssen Sie zuerst eine Variable für diese Daten deklarieren. Der Compiler sorgt dann dafür, dass bei Ausführung des Programms Arbeitsspeicher für die Variable reserviert wird. Für den Compiler ist der Variablenname einfach ein Verweis auf den Anfang eines Speicherbereichs. Als Programmierer identifiziert man eine Variable mehr mit dem Wert, der gerade in dem zugehörigen Speicherbereich abgelegt ist.

Bei der *Deklaration* geben Sie nicht nur den Namen der Variablen an, sondern auch deren Datentyp. Dieser Datentyp gibt dem Compiler an, wie der Inhalt des Speicherbereichs der Variablen zu interpretieren ist. Im obigen Beispiel benutzen wir nur den Datentyp `int`, der für einfache Ganzzahlen steht.



Merksatz

Zu jeder Variablendeklaration gehört auch die Angabe eines *Datentyps*. Dieser gibt dem Compiler an, wie der Speicherinhalt der Variablen zu interpretieren ist.

```
int ersteZahl;
```

Dank des Datentyps können wir der Variablen `ersteZahl` direkt eine Ganzzahl zuweisen und brauchen nicht wie im obigen Beispiel des Lochkartenrechners die Dezimalzahl in Binärcode umzurechnen:

```
ersteZahl = 8754;
```

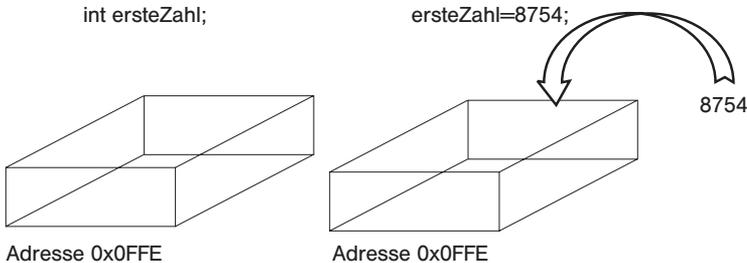


Bild 3.1 Deklaration und Zuweisung

Der „Wert“ der Variablen

Wenn eine Variable einen Speicherbereich bezeichnet, dann ist der Wert einer Variablen der interpretierte Inhalt des Speicherbereichs. Im obigen Beispiel wäre der Wert der Variablen `ersteZahl` nach der Anweisung

```
ersteZahl = 8754;
```

also 8754. Wenn Sie der Variablen danach einen anderen Wert zuweisen würden, beispielsweise

```
ersteZahl = 5;
```

wäre der Wert in der Folge gleich 5.



Achtung!

= bedeutet Zuweisung.

== bedeutet Vergleich.

Was die Variablen für den Programmierer aber so wertvoll macht, ist, dass er sich nicht mehr um die Speicherverwaltung zu kümmern braucht. Es ist zwar von Vorteil, wenn man weiß, dass hinter einer Variablen ein Speicherbereich steht, für die tägliche Programmierarbeit ist es aber meist nicht erforderlich. Wir sprechen nicht davon, dass wir mithilfe des Variablennamens einen eindeutig bezeichneten Platz im Arbeitsspeicher referenzieren und in diesen einen Wert schreiben, wir sagen einfach, dass wir der Variablen einen Wert zuweisen. Wir sprechen nicht davon, dass das interpretierte Bitmuster in dem Speicherbereich der `int`-Variablen `ersteZahl` gleich 5 ist, wir sagen einfach, `ersteZahl` ist gleich 5. Wir sprechen nicht davon, dass wir mithilfe des Variablennamens einen eindeutig bezeichneten

Platz im Arbeitsspeicher referenzieren und dessen Wert auslesen, wir sagen einfach, dass wir den Wert der Variablen auslesen.

Mit Variablen arbeiten

Fassen wir noch einmal die drei wichtigsten Schritte bei der Arbeit mit Variablen zusammen:

1. *Variablen müssen deklariert werden.* Die Deklaration teilt dem Compiler nicht nur mit, wie der Speicherbereich für die Variable eingerichtet werden soll, sie zeigt dem Compiler überhaupt erst an, dass es sich bei dem von Ihnen gewählten Namen um einen Variablennamen handelt.
2. *Variablen werden initialisiert.* Als Initialisierung bezeichnet man die anfängliche Zuweisung eines Werts an eine Variable. Die Initialisierung erfolgt meist im Zuge der Deklaration oder kurz danach, um zu verhindern, dass man den Wert einer Variablen ausliest, der zuvor kein vernünftiger Wert zugewiesen wurde.
3. *Variablen werden benutzt*, d. h., ihre Werte werden in Anweisungen ausgelesen oder neu gesetzt.

Listing 3.1 ErstesBeispiel.java

```
public class ErstesBeispiel {
    public static void main(String[] args) {
        int ersteZahl;           // Deklaration
        int zweiteZahl;
        int ergebnis;

        ersteZahl = 8754;       // Initialisierung
        zweiteZahl = 398;

        ergebnis = ersteZahl - zweiteZahl; // Verwendung
        System.out.println(" 8754 - 398 = " + ergebnis);
    }
}
```

Das Wunder der Deklaration

Zum Teufel mit diesen Wortspielen! Soll das jetzt bedeuten, dass die Deklaration einer Variablen ihrer Geburt gleichkommt?

Genau das!

Leser mit Vorkenntnissen in Sprachen wie C++ werden jetzt ins Grübeln kommen. Sollte man nicht zwischen *Deklaration* und *Definition* unterscheiden, und wenn ja, wäre dann nicht eher die Definition der Variablen mit ihrer Geburt zu vergleichen? Schon richtig, aber in Java wird nicht mehr zwischen Deklaration und Definition unterschieden.

In C++ bezeichnete man als Deklaration die Einführung des Variablennamens zusammen mit der Bekanntgabe des zugehörigen Datentyps. Die Reservierung des Speichers und die Verbindung des Speichers mit der Variablen erfolgten aber erst in einem zweiten Schritt, der sogenannten Definition. Allerdings ist die Unterscheidung etwas verschwommen, denn die Deklaration einfacher Variablen schließt auch in C++ meist deren Definition ein.

In Java schließlich ist die Variablendeklaration immer mit einer Speicherreservierung verbunden.

Jetzt wissen wir also, wozu Variablen deklariert werden, wir wissen, welche Vorgänge mit der Deklaration verbunden sind, und wir wissen, dass die Deklaration immer der Benutzung der Variablen vorangehen muss, da der Compiler ja sonst nichts mit dem Variablennamen anfangen kann. Was wir nicht wissen, ist, was es genau heißt, wenn wir so salopp sagen, „die Deklaration muss der Benutzung *vorangehen*“. Um nicht schon wieder vorgreifen zu müssen, verweisen wir diesmal auf die weiter hinten folgenden Abschnitte 3.4, „Methoden von Klassen“, und 5.3, „Dreierlei Variablen“, wo wir diese Frage klären werden. Im Moment, da wir uns nur mit sogenannten lokalen Variablen beschäftigen, die innerhalb einer Methode deklariert werden (die anderen Variablentypen hängen mit der Definition von Klassen zusammen und werden später beschrieben), begnügen wir uns mit dem Hinweis, dass die Deklaration der Variablen vor, d.h. im Quelltext über, der Benutzung der Variablen stehen muss.

Die einfachen Datentypen

Nun aber wieder zurück zu Variablen und Datentypen. Außer dem Datentyp `int` für Ganzzahlen kennt Java noch eine Reihe weiterer einfacher Datentypen:

Tabelle 3.1 Einfache Datentypen

Datentyp	Beschreibung	Wertebereich
<code>boolean</code>	boolescher Wert (wahr, falsch)	<code>true</code> , <code>false</code>
<code>char</code>	Zeichen, Buchstabe	Unicode-Werte
<code>byte</code>	ganze Zahl	-128 bis +127
<code>short</code>	ganze Zahl	-32.768 bis 32.767
<code>int</code>	ganze Zahl	-2.147.483.648 bis +2.147.483.647
<code>long</code>	ganze Zahl	-9.223.372.036.854.775.808 bis 9.223.372.036.854.775.807
<code>float</code>	Fließkommazahl	$-3,40282347 \cdot 10^{38}$ bis $+3,40282347 \cdot 10^{38}$
<code>double</code>	Fließkommazahl	$-1,7976931348623157 \cdot 10^{308}$ bis $+1,7976931348623157 \cdot 10^{308}$

In der Tabelle ist für `char`-Variablen der Unicode angegeben. Was sich recht unscheinbar anhört, ist eine bahnbrechende Neuerung! *Unicode* ist ein standardisierter Zeichensatz mit über 90 000 Zeichen, mit dem alle diversen Umlaute und Sonderzeichen aller gängigen Sprachen, ja sogar japanische und chinesische Schriftzeichen dargestellt werden können!

Wie Sie sehen, gibt es verschiedene Datentypen mit unterschiedlichen Wertebereichen. Um z.B. eine ganze Zahl abzuspeichern, haben Sie die Wahl zwischen `byte`, `short`, `int` und `long`! Die größeren Wertebereiche erkauft man sich mit einem höheren Speicherverbrauch. Eine `long`-Variable benötigt beispielsweise doppelt so viel Speicher wie eine `int`-Variable. Glücklicherweise ist Arbeitsspeicher kein allzu großes Problem mehr und viele Program-

mierer verwenden standardmäßig `long` für ganzzahlige Werte und `double` für Fließkommazahlen.



Achtung!

Der *Datentyp* legt also nicht nur fest, wie der Wert der Variablen zu interpretieren ist, er gibt auch an, wie groß der für die Variable bereitzustellende Speicherbereich sein muss.

Schauen wir uns einige Beispiele an:

```
int ganzeZahl;
double krummeZahl;
boolean ja, nein, oder_doch;
boolean Antwort;
short klein = -4;
char buchstabe;
char Ziffer;

ganzeZahl = 3444;
krummeZahl = 47.11;
buchstabe = 'Ü';
Ziffer = '4';
Antwort = true;
```

Wie Sie an den Beispielen sehen, kann man auch mehrere Variablen des gleichen Typs durch Komma getrennt auf einmal deklarieren und es ist sogar erlaubt, eine Variable direkt im Zuge ihrer Deklaration zu initialisieren, d.h. ihr einen ersten Wert zuzuweisen (siehe `klein`).

Das hört sich ganz so an, als sei der Java-Compiler, der Ihren Quelltext in binären Bytecode übersetzt, recht großzügig, was die verwendete Syntax angeht. Nun, dem ist keineswegs so.

Java für Pedanten

Auch wenn Ihnen die Syntax von Java einerseits viele Möglichkeiten offen lässt, ist sie andererseits doch recht starr vorgegeben und der Compiler wacht penibel darüber, dass Sie sich an die korrekte Syntax halten.

Wenn Sie es sich also nicht mit dem pedantischen Compiler verderben wollen, sollten Sie insbesondere auf folgende Punkte achten:

- Alle *Anweisungen* (also Zuweisungen, Funktionsaufrufe und Deklarationen) müssen mit einem Semikolon abgeschlossen werden.

```
krummeZahl = 47.11;
```



Klein ist nicht gleich klein!

- Java unterscheidet streng zwischen *Groß- und Kleinschreibung*. Wenn Sie also eine Variable namens `krummeZahl` deklariert haben, dann müssen Sie auch `krummeZahl` schreiben, wenn Sie auf die Variable zugreifen wollen, und nicht `krummezahl`, `KrummeZahl` oder `KRUMMEZAHL`.

Und natürlich gibt es auch spezielle Regeln für die Auswahl von Bezeichnern (Namen von Variablen, Methoden, Klassen).

- *Bezeichner* können beliebig lang sein, müssen mit einem Buchstaben¹, '_' oder '\$' beginnen und dürfen nicht identisch zu einem Schlüsselwort der Sprache sein.

Sie dürfen Ihre Variable also nicht `class` nennen, da dies ein reserviertes Schlüsselwort der Sprache ist. In Anhang C finden Sie eine Liste der reservierten Wörter.



Nicht obligatorisch, aber allgemein üblich ist es, in Java Variablennamen grundsätzlich klein zu schreiben. In Namen, die aus mehreren Teilen zusammengesetzt sind, beginnt jeder Teil mit einem Großbuchstaben (die sogenannte *CamelCase-Schreibweise*). Der erste Buchstabe ist aber immer klein:

```
eineVariable, zahl, nochEineZahl, alter
```

Variablen versus Konstanten

Muss man wirklich erst erwähnen, dass man den Wert einer Variablen ändern kann, indem man ihr einen neuen Wert zuweist (d.h. einen neuen Wert in ihren Speicherbereich schreibt), während der Wert einer Konstanten unverändert bleibt? Wohl nicht. Interessanter ist es schon zu erfahren, wie man mit Konstanten arbeitet. Dazu gibt es zwei Möglichkeiten:

Erstens:

Sie tippen die Konstante direkt als Wert ein, man spricht dann von sogenannten *Literals*.

```
krummeZahl = 47.11;           // Zuweisung eines Literals
krummeZahl = ganzeZahl + 47.11;
```

Da mit einem Literal kein Datentyp verbunden ist, muss der Compiler den Datentyp aus der Syntax des Literals ablesen:

Tabelle 3.2 Literale

Datentyp	Literal
boolean	true, false
char	'c', 'ü' // einfaches Zeichen '\n', '\\', // Sonderzeichen '\u1234' // Unicode-Codierung

¹ Als „Buchstaben“ gelten unter anderem auch die deutschen Umlaute. Wenn Sie also eine Variable `begrüßung` nennen wollen, brauchen Sie sie nicht wie in anderen Programmiersprachen als `begrueßung` zu deklarieren, sondern können ruhig `begrüßung` schreiben. In Klassen- und Dateinamen sollten Sie allerdings keine Umlaute verwenden, da dies auf manchen Plattformen zu Schwierigkeiten bei der Kompilation führen kann.

Datentyp	Literal
String	"Dies ist ein String"
int	12, -128 077 // oktal für 63 0xFF1F // hexadezimal für 65311 0b00010001 // binär für 17 0b0001_0001 // binär mit eingefügtem // Unterstrich zur // besseren Lesbarkeit
long	12L, 1400000
float	12.4f, 10e-2f
double	47.11, 1e5



Achtung!

Ab Java 7 kann man die Lesbarkeit von Zahlenliteralen durch das Einfügen von Unterstrichen verbessern, also z. B. 1_000_000 statt 1000000. Die Unterstriche dürfen aber nur **zwischen** die Ziffern gesetzt werden.

Zweitens:

Sie deklarieren eine Variable mit dem Schlüsselwort `final`:

```
final double KRUMMEZAHL = 47.11;
final double PI = 3.141592654;
```

Der Wert einer solchen „konstanten Variablen“ kann nach der Initialisierung (ersten Wertzuweisung) nicht mehr verändert werden.



Konstante Variablen werden gemäß allgemeiner Konvention ganz in Großbuchstaben geschrieben.

■ 3.2 Operatoren

Nachdem wir nun gesehen haben, was Variablen sind und wie man sie definiert und ihnen einen Wert zuweist, sollten wir nun endlich auch damit beginnen, etwas Sinnvolles mit ihnen zu machen. Dazu dienen bei den bisher vorgestellten einfachen Datentypen vor allem die sogenannten Operatoren.

Listing 3.2 Operatoren.java

```

public class Operatoren {
    public static void main(String[] args) {
        int x,y,z;
        int ergebnis_1,ergebnis_2;

        x = 1;
        y = 2;
        z = 3;

        ergebnis_1 = x + y * z;           // = 7
        ergebnis_2 = (5 - 3) * z;       // = 6
        System.out.println(ergebnis_1);
        System.out.println(ergebnis_2);

        x = x + z;                         // = 4
        System.out.println(x);
        x += z;                             // = 7
        System.out.println(x);
        x += 1;                             // = 8
        System.out.println(x);
        x++;                                 // = 9
        System.out.println(x);
    }
}

```

Das sieht doch ziemlich vertraut aus, oder? Eigentlich genau so, wie man es von algebraischen Gleichungen her kennt. Aber achten Sie bitte auf die letzten Zeilen des Beispiels. Hier sehen wir seltsame Konstruktionen, die wir nun erklären wollen:

```
x = x + z;
```

Diese Anweisung bewirkt, dass der Computer die aktuellen Werte von x und z zusammenaddiert und dann in x speichert, d. h., die Variable x enthält nach Ausführung dieser Zeile als neuen Wert die Summe aus ihrem alten Wert und z .

Da das Hinzuaddieren eines Werts zum Wert einer Variablen sehr häufig vorkommt, gibt es dafür eine Kurzschreibweise, nämlich:

```
x += z;
```

Dies teilt dem Rechner mit, dass er zum Wert von x den Inhalt von z hinzuaddieren und das Ergebnis wieder in x speichern soll.

Sehr oft möchte man eine Variable hochzählen (*inkrementieren*). Java kennt auch hierfür einen speziellen Operator: `++`.

```
x++;
```

Diese Anweisung erhöht den Wert von x um 1. Äquivalente Anweisungen wären:

```
x = x + 1;
```

oder

```
x += 1;
```

Aber Programmierer sind schreibfaul und `x++` sieht ja auch viel geheimnisvoller aus!



Das oben Gesagte gilt gleichermaßen für die anderen Grundrechenarten (`-`, `*`, `/`) und das Dekrementieren von Variablen (`-`).

Die verschiedenen Operatoren

In Java gibt es natürlich noch andere Operatoren. Die wichtigsten sind:

Tabelle 3.3 Operatoren

Operator	Beschreibung	Beispiel
<code>++</code> , <code>--</code>	Inkrement, Dekrement	Erhöht oder erniedrigt den Wert einer Variablen um 1.
<code>!</code>	logisches NICHT	Negiert den Wahrheitswert einer Aussage (beispielsweise eines Vergleichs). Wird meist in Kontrollstrukturen (siehe Kapitel 4) verwendet.
<code>*</code> , <code>/</code>	Multiplikation, Division	Multiplikation und Division
<code>%</code>	Modulo-Division	Liefert den Rest einer ganzzahligen Division. <code>4 % 3</code> liefert z. B. 1.
<code>-</code> , <code>+</code>	Subtraktion, Addition	Subtraktion und Addition
<code><=</code> , <code><</code> , <code>></code> , <code>>=</code>	Vergleich	Zum Vergleich zweier Werte. Die Operatoren liefern <code>true</code> oder <code>false</code> zurück.
<code>==</code> , <code>!=</code>	Vergleich (gleich ungleich)	Zum Vergleich auf Gleichheit oder Ungleichheit. Die Operatoren liefern <code>true</code> oder <code>false</code> zurück.
<code>&&</code>	logisches UND	Verknüpft zwei Aussagen. Liefert <code>true</code> , wenn beide Aussagen <code>true</code> sind. <code>if ((x < 1) && (y > 1))</code>
<code> </code>	logisches ODER	Verknüpft zwei Aussagen. Liefert <code>true</code> , wenn eine der beiden Aussagen <code>true</code> ist. <code>if ((x < 1) (y > 1))</code>
<code>&</code>	bitweises UND	UND-Verknüpfung der Binärrepräsentation zweier Zahlen <code>var1 = 1; // ...0001</code> <code>var2 = 5; // ...0101</code> <code>var3 = var1 & var2; // ...0001</code>
<code> </code>	bitweises ODER	ODER-Verknüpfung der Binärrepräsentation zweier Zahlen <code>var1 = 1; // ...0001</code> <code>var2 = 5; // ...0101</code> <code>var3 = var1 var2; // ...0101</code>

Die Reihenfolge in der Tabelle deutet die *Priorität* der Operatoren bei der Auswertung von Ausdrücken an. Beispielsweise sind * und / höher eingestuft als + und -, was genau der altbekannten Schulregel entspricht „Punktrechnung vor Strichrechnung“.



Ein *Ausdruck* ist eine Berechnung aus Variablen, Konstanten und Operatoren, die auf der rechten Seite einer Zuweisung steht.

Wenn man sich bei der Reihenfolge nicht ganz sicher ist oder eine bestimmte Reihenfolge der Auswertung erzwingen möchte, kann dies durch die Verwendung von Klammern erreicht werden. Aber auch wenn keine direkte Notwendigkeit zum Setzen von Klammern besteht, können Sie diese verwenden, um eine Berechnung besser lesbar zu machen.

```
z *= ((2*loop)/(2*loop-1)) * ((2*loop)/(2*loop+1));
```

■ 3.3 Typumwandlung

Damit wissen Sie schon fast alles, was ein guter Java-Programmierer über Variablen, Operatoren und einfache Datentypen (nennt man manchmal auch elementare, primitive oder built-in Datentypen) wissen muss.

Aber ein wichtiger Aspekt fehlt noch: Was passiert, wenn Ausdrücke mit verschiedenen Datentypen auftreten? Darf man Datentypen mischen? Die Antwort kommt von Radio Eriwan: Ja, aber ...

Automatische Typumwandlung

Schauen wir zunächst ein Code-Beispiel an.

```
public class Demo1 {
    public static void main(String[] args) {
        int x = 4711;
        double y;

        y = x;
        System.out.println(y);
    }
}
```

Die Variable `y` kann nur Fließkommazahlen (`double`) speichern, soll aber einen `int`-Wert zugewiesen bekommen. Ist diese Zuweisung erlaubt? Ja! Die Umformatierung des Integer-Werts 4711 in den Fließkommawert 4711.0 bereitet dem Compiler keine Mühen.

Doch nicht immer geht alles so glatt!

```
public class Demo2 {
    public static void main(String[] args) {
        int x;
```

```
double y = 3.14;

x = y;
System.out.println(x);
}
}
```

In diesem Fall soll die Integer-Variable `x` einen Fließkommawert (`double`) aufnehmen. Ist diese Zuweisung erlaubt? Ja und nein! Wenn Sie obigen Code kompilieren, beschwert sich der Compiler, weil er eine Fließkommazahl in eine Integer-Variable quetschen soll, und dies ist meist mit Datenverlusten verbunden.

Mithilfe einer expliziten Typumwandlung können wir den Compiler aber zwingen, die gewünschte Umformatierung vorzunehmen.

Explizite Typumwandlung (Casting)

Um eine Typumwandlung zu erzwingen, die der Compiler nicht automatisch unterstützt, stellt man einfach dem zu konvertierenden Wert den gewünschten Datentyp in Klammern voran. Im Beispiel Demo2 würden wir also schreiben:

```
x = (int) y;
```

Aber man muss auf der Hut sein. Hier soll eine Bruchzahl in einen ganzzahligen Wert umgewandelt werden. Der Compiler behilft sich in diesem Fall einfach damit, dass er den Nachkommateil wegwirft und `x` den Wert 3 zuweist. Es gehen also Daten verloren bei der Umwandlung (Neudeutsch *cast*) von `double` zu `int`.

Bereichsüberschreitung

Manchmal merkt man auch gar nicht, dass man den falschen Typ verwendet hat. Dann kann auch der Compiler nicht mehr helfen.

```
public class Demo3 {
    public static void main(String[] args) {
        int x,y;
        short z;

        x = 30000;
        y = 30000;

        z = (short) (x + y);
        System.out.println(z);
    }
}
```

Eine böse Falle! `x + y` ergibt 60.000 und das ist außerhalb des Wertebereichs von `short`! Das Ergebnis lautet in diesem Fall -5536.

Wie kommt dieses merkwürdige Ergebnis zustande?

Als Integer-Wert wird 60.000 als 32-Bit-Wert codiert:

```
0000 0000 0000 0000 1110 1010 0110 0000
```

Eine `short`-Variable verfügt aber nur über 16 Bit Arbeitsspeicher. Der Compiler schneidet bei der Typumwandlung also erst einmal die obersten 16 Bit weg. Übrig bleibt:

```
1110 1010 0110 0000
```

Dieses Bitmuster wird nun als `short`-Wert interpretiert. Das bedeutet, dass das oberste Bit zur Codierung des Vorzeichens und nur die fünfzehn unteren Bits zur Codierung des Werts benutzt werden.

```
110 1010 0110 0000 = 27232
```

Nun muss man noch wissen, dass der Compiler die negativen Zahlen von unten nach oben quasi rückwärts zählt, wobei die größte, nicht mehr darstellbare negative Zahl 32.768 ist. $-32.768 + 27.232 = -5536$. Voilà, da haben wir unseren Wert.

Division

Im nächsten Versuch soll ein einfacher Bruch berechnet werden. So einfach und doch ein Stolperstein für viele Programmierer.

```
public class Demo4 {
    public static void main(String[] args) {
        int x,y;
        double z1,z2;

        x = 3;
        y = 4;
        z1 = x / y;
        z2 = 3/4;
        System.out.println(z1);
        System.out.println(z2);
    }
}
```

Was glauben Sie, welche Werte `z1` und `z2` haben? Bestimmt nicht 0,75, wie man leichtfertig annehmen könnte. Beide sind 0! Wie kommt denn das?

Nun, denken Sie an die pedantische Vorgehensweise des Compilers. Er wertet die Ausdrücke Schritt für Schritt und streng nach Vorschrift aus.

Bei `z1 = 3/4`; wird zunächst die Division $3/4$ ausgeführt. Da beide beteiligten Operanden ganzzahlig sind, wird nach einer „internen Dienstanweisung“ auch das Ergebnis 0,75 in einen ganzzahligen Wert konvertiert, d. h., der Nachkommateil fällt weg und es bleibt eine Null übrig. Nun erst erfolgt die Zuweisung an die `double`-Variable `z1`. Pflichtbewusst wird daher die `int`-0 in eine `double`-0,0 konvertiert und an `z1` zugewiesen. Analoges passiert bei `z2 = x/y`.

Was kann man nun tun, um das gewünschte Ergebnis zu erhalten?

Eine weitere „interne Dienstvorschrift“ sagt dem Compiler, dass alle Operanden eines Ausdrucks den gleichen Datentyp haben müssen, und zwar den „größten“, der auftaucht. Es reicht also, wenn wir einen Operanden explizit umwandeln lassen:

```
z1 = (double) x / y;  
z2 = (double) 3/4;
```

Das Voranstellen des gewünschten Datentyps in Klammern veranlasst den Compiler, aus der ganzzahligen 3 eine `double`-3.0 zu machen. Dadurch greift beim nachfolgenden Auswerten der Division die besagte Regel, dass alle Operanden den größten auftretenden Typ haben müssen. Der Compiler castet daher auch die 4 zu 4.0 und wir haben eine reine `double`-Division 3.0 / 4.0 vorliegen. Das Ergebnis ist daher auch ein `double`-Wert und `z1` und `z2` erhalten beide den korrekten Wert 0.75.



Bei Zahlenkonstanten wie 3/4 kann man auch gleich eine `double`-Zahl schreiben, also `z1 = 3.0/4.0;`

Sie haben aber wohl schon gemerkt, dass man sehr leicht Fehler einbauen kann, besonders bei etwas größeren Programmen oder langen Formeln, die berechnet werden sollen. Daher unser Tipp:

Verwenden Sie nach Möglichkeit bei Berechnungen immer nur einen einzigen Datentyp, vorzugsweise `double`. Alle beteiligten Variablen sollten diesen Typ haben und auftretende Zahlenkonstanten immer in Dezimalschreibweise (also 47.0, 1.0 usw.) schreiben. Sie werden sich dadurch manche Fehlersuche ersparen!

■ 3.4 Objekte und Klassen

Wie schon mehrfach angeklungen ist, existieren neben den beschriebenen elementaren Datentypen noch komplexere und das sind diese seltsamen Teile, die wir nun schon mehrere Male angetroffen, aber meist mehr oder weniger ignoriert haben: die Klassen.

Java für Philosophen

Bevor wir uns konkret anschauen, wie man eigene Klassen erstellt und bereits vordefinierte Klassen in seinen Programmen verwendet, wollen wir einen kurzen Blick auf die Philosophie werfen, die hinter dem Schlagwort *Objektorientierung* steckt, denn OOP (objektorientierte Programmierung) steht mehr für eine spezielle Sichtweise als eine ganz neue Programmiertechnik.

Zäumen wir das Pferd von hinten auf und stellen wir uns zunächst die Frage: Wie sieht denn die nicht objektorientierte Programmierung aus?

Nun, man definiert die notwendigen Variablen ähnlich wie in den kleinen Beispielen von vorhin und dann setzt man die Anweisungen auf, die mit diesen Variablen arbeiten. Fast alle Programmiersprachen bieten dabei die Möglichkeit, Anweisungen in sogenannten Funktionen zu bündeln und auszulagern. Der Programmierer hat dann die Möglichkeit, seinen Code in mehrere Funktionen aufzuteilen, die jede eine bestimmte Aufgabe erfüllen (beispielsweise das Einlesen von Daten aus einer Datei, die Berechnung einer mathemati-

schen Funktion, die Ausgabe des Ergebnisses auf dem Bildschirm). Damit diese Funktionen zusammenarbeiten können, tauschen sie auf verschiedenen Wegen Variablen und Variablenwerte aus.

Bei diesem Modell haben wir auf der einen Seite die Daten (abgespeichert in Variablen) und auf der anderen Seite die Funktionen, die mit Daten arbeiten. Dabei sind beide Seiten prinzipiell vollkommen unabhängig voneinander. Welche Beziehung zwischen den einzelnen Funktionen einerseits und den Funktionen und den Daten andererseits besteht, wird erst klar, wenn man versucht nachzuvollziehen, wie die Funktionen bei Ausführung des Programms Daten austauschen.

Die Erfahrungen mit diesem Modell haben gezeigt, dass bei Programmprojekten, die etwas größer werden, sich sehr leicht Fehler einschleichen: Da verändert eine Funktion A nebenbei eine Variable, die später eine Funktion B an ganz anderer Stelle im Programm zum Absturz bringt. Die Fehlersuche dauert dann entsprechend lange, weil die Zusammenarbeit von Daten und Funktionen kaum nachzuvollziehen ist! Ferner tendieren solche Programme dazu, sehr chaotisch zu sein. Eine Wartung (Modifizierung, Erweiterung) zu einem späteren Zeitpunkt ist oft ein kühnes Unterfangen, vor allem, wenn es nicht mehr derselbe Programmierer ist, der nun verzweifelt zwischen Hunderten von Funktionen herumirrt und versucht, die Zusammenhänge und Wirkungsweise zu verstehen.

Schlaue Köpfe kamen daher auf die Idee, eine ganz andere Sichtweise anzunehmen und diese in der Programmiersprache umzusetzen. Ausgangspunkt war dabei die Vorstellung, dass bestimmte Daten und die Funktionen, die mit diesen Daten arbeiten, untrennbar zusammengehören. Eine solche Einheit von logisch zusammengehörigen Daten und Funktionen bildet ein **Objekt**. Abstrakt formuliert beschreiben die Daten (Variablen) dabei die Eigenschaften des Objekts und die Funktionen (die dann meist Methoden heißen) legen sein Verhalten fest. Der Datentyp, der die gleichzeitige Deklaration von Datenelementen und Methoden erlaubt, ist die Klasse, angezeigt durch das Schlüsselwort `class`.

Objekte und alte Datentypen

Im Grunde ist dies gar nicht so neu. Denken Sie nur an die einfachen Datentypen und die Operatoren. Stellen Sie sich eine `int`-Variable einfach als ein Objekt mit einem einzigen Datenelement, eben der `int`-Variablen, vor. Die Funktionen, die mit diesem Objekt verbunden sind, sind dann die Operatoren, die auf `int`-Variablen angewendet werden können (Addition, Subtraktion, Vergleiche etc.). Der Vorteil der Klassen liegt allerdings darin, dass in einem Datentyp mehrere Datenelemente vereinigt werden können und dass Sie in Form der Methoden der Klasse selbst festlegen können, welche Operationen auf den Variablen der Klasse erlaubt sind.

Klassen deklarieren

Der erste Schritt bei der objektorientierten Programmerstellung ist die Zerlegung des Problems in geeignete Objekte und die Festlegung der Eigenschaften und Verhaltensweisen, sprich der Datenelemente und der Methoden, die diese Objekte haben sollten. Dies ist z. T. sehr schwierig und braucht oft viel Erfahrung, damit durch sinnvolles Bestimmen der Programmobjekte auch die Vorteile der Objektorientiertheit zum Tragen kommen können!

Überlegen wir uns gleich mal eine kleine Aufgabe. Angenommen, Sie sollen für Ihre Firma ein Programm zur Verwaltung der Mitarbeiter schreiben. Wie könnte eine Aufteilung in Objekte aussehen? Welche Eigenschaften und Methoden sind erforderlich?

Das Schlüsselwort `class`

Eine naheliegende Lösung ist, die Mitarbeiter als die Objekte anzusehen. Schaffen wir uns also den Prototyp eines Mitarbeiters und implementieren wir diesen in Form der Klasse `Mitarbeiter`.

```
class Mitarbeiter {  
}
```



Unter Java-Programmierern ist es üblich, Klassennamen mit einem Großbuchstaben beginnen zu lassen, danach wird klein weiter geschrieben. In zusammengesetzten Namen beginnt jeder Teil mit einem Großbuchstaben.

Wir haben gerade eine Klasse kreiert! War doch gar nicht schwer, oder? Nun müssen wir unserer Klasse noch Eigenschaften und Methoden zuweisen.

Eigenschaften von Klassen

Was brauchen wir, um einen Mitarbeiter zu beschreiben? Na klar, einen Namen und Vornamen wird er wohl haben. Und ein Gehalt kriegt er fürs fleißige Werkeln. Erweitern wir also die Klasse um diese Eigenschaften in Form von geeigneten Variablen:

```
class Mitarbeiter {  
    String m_name;  
    String m_vorname;  
    int    m_gehalt;  
}
```

Langsam nimmt unsere Klasse – und damit die Mitarbeiter-Objekte, die wir aus ihr erzeugen werden – konkrete Formen an! Den Datentyp `int` kennen Sie ja schon. `String` ist kein einfacher Datentyp (daher haben wir ihn im vorherigen Abschnitt auch nicht kennengelernt), sondern ebenfalls ein Klassentyp, genau wie unsere Klasse `Mitarbeiter`. Im Gegensatz zu unserer Klasse ist `String` schon von anderen Leuten erstellt worden (genau gesagt von den Programmierern der Firma Sun) und wird jedem Java-Entwicklungspaket zusammen mit Hunderten anderer nützlicher Klassen mitgegeben.



Strings = Zeichenketten

Aber auf diesen Punkt kommen wir in Kürze ausführlicher zu sprechen. Merken Sie sich im Moment, dass `String` eine Klasse ist und dazu dient, Zeichenfolgen (englisch „Strings“) aufzunehmen und zu verarbeiten.

Diese Variablen, die innerhalb einer Klasse, aber außerhalb aller Methoden der Klasse deklariert werden, nennt man *Felder* oder *Membervariablen*. Alle Methoden der Klasse können auf diese Variablen zugreifen.



Damit Sie schnell und sicher erkennen können, ob es sich bei einem Bezeichner um ein Feld oder eine lokal in einer Methode definierte Variable handelt, werden wir für alle Felder Namen verwenden, die mit m (für Membervariable²) beginnen. Später, wenn Sie etwas erfahrener in der objektorientierten Programmierung sind und eigene Programme schreiben, werden Sie auf dieses Präfix vermutlich verzichten.

Machen wir nun weiter mit dem Ausbau unserer eigenen Klasse. Nehmen wir an, dass Ihr Chef von Ihrem Programm erwartet, dass es folgende Dinge kann:

- die persönlichen Daten eines Mitarbeiters ausgeben,
- sein Gehalt erhöhen.

Sie scheinen einen netten Chef zu haben! Auf den Gedanken, das Gehalt zu senken, kommt er gar nicht. Lassen wir ihm keine Chance, es sich anders zu überlegen, und versuchen wir, seinen Anforderungen zu entsprechen.

Methoden von Klassen

Beachten Sie bitte, dass *persönliche Daten ausgeben* und *Gehalt erhöhen* Aktionen sind, die auf den Daten des Mitarbeiters operieren. Folglich werden diese als Methoden der Klasse `Mitarbeiter` implementiert:

```
class Mitarbeiter {
    String m_name;
    String m_vorname;
    int m_gehalt;

    Mitarbeiter(String name, String vorname,
                int gehalt) {
        m_name = name;
        m_vorname = vorname;
        m_gehalt = gehalt;
    }

    void datenAusgeben() {
        System.out.println("\n");
        System.out.println(" Name      : " + m_name);
        System.out.println(" Vorname  : " + m_vorname);
        System.out.println(" Gehalt   : " + m_gehalt + " Euro");
    }

    void gehaltErhoehen(int erhoehung) {
        m_gehalt += erhoehung;
    }
} //Ende der Klassendeklaration
```

² Wir haben uns für das m als Präfix entschlossen, weil es im Schriftbild etwas unaufdringlicher ist als das f für Feld.

Die Klasse `Mitarbeiter` besitzt nun drei Methoden mit den Namen `Mitarbeiter`, `datenAusgeben` und `gehaltErhoehen`.

Übung:

Bevor wir uns diese drei Methoden im Einzelnen anschauen, sollten wir uns überlegen, wie eine Methodendeklaration im Allgemeinen auszusehen hat. Stellen Sie sich vor, dass Sie selbst gerade dabei sind, eine Programmiersprache wie Java zu entwickeln, und stellen Sie zusammen, was für die Deklaration einer Methode erforderlich ist.

Lösung:

1. Zuerst braucht die Methode einen Namen, damit sie später aufgerufen werden kann. Wie bei den Variablennamen verbirgt sich hinter dem Methodennamen eine Adresse. Diese weist bei den Methoden allerdings nicht auf einen Speicherbereich, in dem ein Wert abgelegt ist, sondern auf den Code der Methode. (Tatsächlich werden beim Aufruf eines Programms ja nicht nur die Daten in den Arbeitsspeicher kopiert, auch der Programmcode, die auszuführenden Maschinenbefehle, wird in den Speicher geladen.)

Wird eine Methode aufgerufen, sorgt der Compiler dafür, dass der Code der Methode ausgeführt wird. Nach der Abarbeitung der Anweisungen der Methode wird das Programm hinter dem Aufruf der Methode weitergeführt. Damit hätten wir auch schon den zweiten wichtigen Bestandteil unserer Methodendeklaration:

2. Die Anweisungen, die bei Aufruf der Methode ausgeführt werden sollen. Denken Sie dabei daran, dass zusammengehörende Anweisungsblöcke in geschweifte Klammern gefasst werden.

3. Letztlich sollte der Compiler schnell erkennen können, dass ein Name eine Methode bezeichnet. Vereinbaren wir daher einfach, dass auf den Methodennamen zwei Klammern folgen sollen.

Unsere Methodendeklaration sieht damit folgendermaßen aus:

```
methodeName(){  
    Anweisungen;  
}
```



Mittlerweile haben wir die dritte Art von *Bezeichnern* (Namen, die der Programmierer einführt und per Deklaration dem Compiler bekanntgibt) kennengelernt. Die erste Art von Bezeichnern waren die Variablennamen, die zweite Art von Bezeichnern stellen die Namen dar, die wir den selbst definierten Klassen geben, und die dritte Art von Bezeichnern sind die Methodennamen.

Woher nimmt die Methode die Daten, mit denen sie arbeitet?

- Nun, zum einen ist eine Methode ja Bestandteil einer Klassendeklaration. Für die Methode bedeutet dies, dass sie auf alle *Felder* ihrer Klasse zugreifen kann. (Zur Erinnerung: Dies sind die Variablen, die innerhalb der Klasse, aber außerhalb jeder Methode deklariert sind.)
- Zum anderen kann eine Methode natürlich auch eigene, sogenannte *lokale Variablen* definieren. Von diesen haben wir in den vorangegangenen Abschnitten bereits eifrig

Gebrauch gemacht. Alle dort deklarierten Variablen waren lokale Variablen der Methode `main()`. Diese lokalen Variablen sind keine Klasselemente, folglich können sie nicht in jeder beliebigen Methode der Klasse benutzt werden, sondern nur innerhalb der Methode, in der sie deklariert sind.

Was aber, wenn zwei Methoden unterschiedlicher Klassen Daten austauschen sollen?

4. Für den Austausch über Klassengrenzen hinweg sehen wir sogenannte Parameter vor. Dies sind Variablen, die innerhalb der Klammern der Methodendeklaration deklariert werden. Bei Aufruf der Methode werden diesen Parametern Werte übergeben (die sogenannten Argumente), die dann innerhalb der Methode wie lokale Variablen benutzt werden können.
5. Schließlich soll die Methode auch noch Daten nach außen exportieren. Zu diesem Zweck definiert jede Methode einen Rückgabewert, dessen Datentyp vor den Methodennamen gestellt wird. Später in Abschnitt 5.2 werden wir dann noch sehen, wie mithilfe des Schlüsselworts `return` dieser Rückgabewert an den Aufrufer der Methode zurückgeliefert wird.

Eine vollständige Methodendeklaration würde jetzt folgendem Schema folgen:

```
Rückgabotyp methodeName(Deklarationen_der_Parameter) {
    lokaleVariablen;
    Anweisungen;
}
```

Schauen wir uns jetzt die beiden Methoden `datenAusgeben` und `gehaltErhoehen` aus unserem Beispiel an.

```
void datenAusgeben() {
    System.out.println("\n");
    System.out.println(" Name      : " + m_name);
    System.out.println(" Vorname  : " + m_vorname);
    System.out.println(" Gehalt   : " + m_gehalt + " Euro");
}
```

Die leeren Klammern `()` besagen, dass keine Parameter übergeben werden. Das `void` zeigt an, dass auch kein Wert zurückgegeben wird. Die Methode `datenAusgeben()` erwartet also weder irgendwelche Parameter noch gibt sie beim Ausführen einen Wert zurück. Schauen wir nun in das Innere der Methode (also was zwischen dem Klammernpaar `{ }` steht).

Dort finden wir wieder die Methode `System.out.println()`, die wir schon die ganze Zeit zur Ausgabe benutzen. Ihr können Sie als Parameter einen auszugebenden Text (eingeschlossen in Hochkommata) oder Variablen der einfachen Datentypen und der Klasse `String` übergeben, deren Inhalt ausgegeben werden soll.

Mehrere in einer Zeile auszugebende Texte und Variablen können Sie mithilfe des `+`-Operators verbinden.

Das Zeichen `\n` bewirkt bei der Ausgabe einen zusätzlichen Zeilenumbruch und dient hier nur zur optischen Verschönerung.

Gehen wir weiter zur Methode `gehaltErhoehen`.

```
void gehaltErhoehen(int erhoehung) {  
    m_gehalt += erhoehung;  
}
```

Das Schlüsselwort `void` gibt wiederum an, dass die Methode keinen Wert an die aufrufende Stelle zurückgibt. In den Klammern finden wir als Parameter eine `int`-Variable namens `Erhoehung`, die im Anweisungsteil zum aktuellen Gehalt addiert wird.

Konstruktoren von Klassen

Nun zu der Methode, die den gleichen Namen trägt wie die ganze Klasse:

```
Mitarbeiter(String name, String vorname, int gehalt) {  
    m_name = name;  
    m_vorname = vorname;  
    m_gehalt = gehalt;  
}
```

Dies ist eine ganz besondere Klassenfunktion, nämlich ein *Konstruktor*. Jede Klasse braucht einen oder sogar mehrere Konstruktoren, die beim Initialisieren der Variablen der Klasse behilflich sind. In unserem Fall übergeben wir die persönlichen Daten des Mitarbeiters an den Konstruktor, der sie den richtigen Variablen zuweist. Bitte beachten Sie, dass die Parameter anders heißen als die Felder (schließlich stellen die Parameter eigenständige Variablen dar und müssen daher auch eigene Namen haben).



Merksatz

Jede Klasse braucht zumindest einen Konstruktor zur Initialisierung ihrer Felder. Wenn Sie selbst keinen solchen Konstruktor vorsehen, weist der Compiler der Klasse einen Ersatzkonstruktor zu.

Damit ist die `Mitarbeiter`-Klasse fürs Erste vollendet! Das war doch nicht allzu schwer?! Nun wollen wir diese Klasse auch benutzen. Wir nehmen das Grundgerüst für ein Java-Programm, fügen die Klassendefinition von `Mitarbeiter` hinzu und erzeugen dann in der `main()`-Methode einige Instanzen unserer neuen Klassen.



Bei der Namensgebung von Methoden³ hat es sich eingebürgert, aktive Namen (mit Verben) zu wählen und sie mit Kleinbuchstaben beginnen zu lassen. Zusätzlich lässt man sinnvolle Teilwörter mit Großbuchstaben beginnen, z. B. `leseKonfigurationsDaten()`.

³ Für Konstruktoren hat man natürlich keine Wahl bei der Namensgebung, da hier der Klassenname genommen werden muss.

Instanzen

Moment mal, Instanzen? Was soll denn das sein? Denken Sie am besten an den Mitarbeiter aus der realen Welt, nachdem wir die Klasse `Mitarbeiter` modelliert haben. Die Klasse `Mitarbeiter` ist völlig abstrakt; eine Idee, eine Beschreibung, einfach nicht existent! Hugo Piepenbrink oder Erna Mustermann oder so ähnlich heißen die Menschen, die mit Ihnen zusammen in der Firma arbeiten! Sie sind die *Instanzen* des abstrakten Begriffs `Mitarbeiter`!

Anders ausgedrückt: Unsere Klasse `Mitarbeiter` stellt einen neuen Datentyp dar. Die „Werte“ dieses Datentyps sind die Instanzen oder Objekte, die wir aus der Klasse erzeugen. Wie das geht, zeigt das folgende Beispiel.



Instanzen, Felder, Variablen ... die objektorientierte Terminologie kann schon recht verwirrend sein. In Abschnitt 5.3 „Dreierlei Variablen“ werden wir daher die wichtigsten Begriffe noch einmal zusammenfassen und gegenüberstellen.

Mit Klassen programmieren

Kommen wir zurück zu unserer Klasse `Mitarbeiter` und schauen wir uns an, wie wir Instanzen dieser Klasse bilden und verwenden können.

Listing 3.3 `MitarbeiterBeispiel.java`

```
class Mitarbeiter {
    String m_name;
    String m_vorname;
    int m_gehalt;

    Mitarbeiter(String name, String vorname,
                int gehalt) {
        m_name = name;
        m_vorname = vorname;
        m_gehalt = gehalt;
    }

    void datenAusgeben() {
        System.out.println("\n");
        System.out.println(" Name      : " + m_name);
        System.out.println(" Vorname  : " + m_vorname);
        System.out.println(" Gehalt   : " + m_gehalt + " Euro");
    }

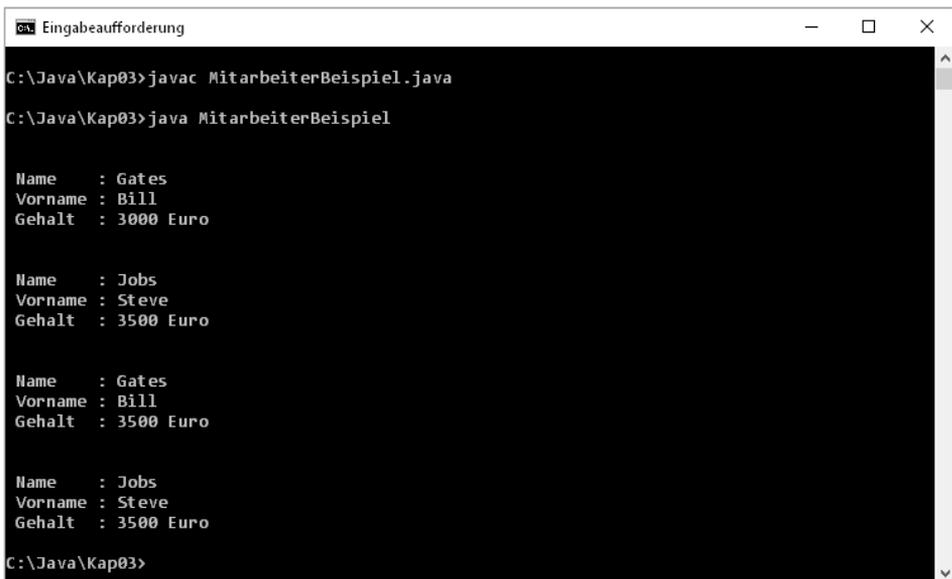
    void gehaltErhoehen(int erhoehung) {
        m_gehalt += erhoehung;
    }
}

public class MitarbeiterBeispiel {
    public static void main(String[] args) {
        // 2 neue Mitarbeiter instanzieren
        Mitarbeiter billy = new Mitarbeiter("Gates", "Bill", 3000);
        Mitarbeiter stevie = new Mitarbeiter("Jobs", "Steve", 3500);
    }
}
```

```
// Daten ausgeben
billy.datenAusgeben();
stevie.datenAusgeben();

// Gehalt von a erhöhen
billy.gehaltErhoehen(500);

// Kontrolle
billy.datenAusgeben();
stevie.datenAusgeben();
}
}
```



```
C:\Java\Kap03>javac MitarbeiterBeispiel.java
C:\Java\Kap03>java MitarbeiterBeispiel

Name   : Gates
Vorname : Bill
Gehalt  : 3000 Euro

Name   : Jobs
Vorname : Steve
Gehalt  : 3500 Euro

Name   : Gates
Vorname : Bill
Gehalt  : 3500 Euro

Name   : Jobs
Vorname : Steve
Gehalt  : 3500 Euro
C:\Java\Kap03>
```

Bild 3.2 Ausgabe des Programms MitarbeiterBeispiel

Sie sollten das Beispiel in den Editor eingeben, kompilieren und ausführen. Denken Sie daran, dass die Datei den gleichen Namen wie die `public`-Klasse tragen muss, also in diesem Fall `MitarbeiterBeispiel.java`. Wenn die erste Begeisterung über das funktionierende Programm vorbei ist, können Sie sich wieder setzen und die nachfolgenden Erläuterungen lesen.

Instanzen werden mit `new` gebildet

Das meiste sollte Ihnen mittlerweile schon vertraut vorkommen. Spannend wird es in der `main()`-Funktion der Hauptklasse. Dort werden Instanzen der Klasse `Mitarbeiter` angelegt:

```
Mitarbeiter billy = new Mitarbeiter("Gates","Bill",3000);
```

Was macht der Compiler, wenn er diese Zeile antrifft? Nun, er legt eine neue Variable mit Namen `billy` an! Das sagt ihm die Seite links von dem Gleichheitszeichen. Die rechte Seite teilt ihm mit, dass er eine neue Instanz der Klasse `Mitarbeiter` erzeugen soll. Dazu wird mithilfe des Schlüsselworts `new` der Konstruktor der Klasse aufgerufen, der drei Parameter erwartet, die wir ihm ordnungsgemäß übergeben.



Merksatz

Instanzen von Klassen müssen mit dem Operator `new` gebildet werden.

Instanzen sind Referenzen

Damit Sie später nicht den Durchblick verlieren, wollen wir an dieser Stelle etwas technischer werden, denn es besteht ein fundamentaler Unterschied zwischen den Variablenvereinbarungen

```
int billy = 4;
```

und

```
Mitarbeiter billy = new Mitarbeiter("Gates", "Bill", 3000);
```

Im ersten Fall wird eine `int`-Variable angelegt, d. h., der Compiler ordnet dem Namen `billy` einen bestimmten Speicherbereich zu. Gleichzeitig initialisieren wir die Variable mit dem Wert 4, wobei der Wert 4 direkt in dem Speicherbereich der Variablen abgelegt wird (siehe Bild 3.3).

Im zweiten Fall wird zwar ebenfalls eine Variable `billy` angelegt, aber in ihr wird nicht einfach ein Wert abgelegt. Stattdessen wird mithilfe des `new`-Operators der Konstruktor der Klasse `Mitarbeiter` aufgerufen. Dieser bildet eine Instanz der Klasse, die im Speicher angelegt wird – aber nicht in dem Speicherbereich, der für die Variable `billy` eingerichtet wurde. Tatsächlich existiert die Instanz ganz unabhängig irgendwo im Speicher. Bei der Zuweisung der Instanz an die Variable `billy` wird dann nicht etwa der Inhalt aus der Instanz in den Speicherbereich der Variablen `billy` kopiert. Nein, stattdessen wird in der Variablen `billy` die *Adresse* des Speicherbereichs der Instanz abgespeichert. Ist dies erst einmal geschehen, sprechen wir wieder einfach von der Instanz `billy` und sehen großzügig darüber hinweg, dass `billy` eigentlich nur eine Variable ist, die eine Speicherzelle bezeichnet, in der ein Verweis (eine *Referenz*) auf die eigentliche Instanz abgespeichert ist.

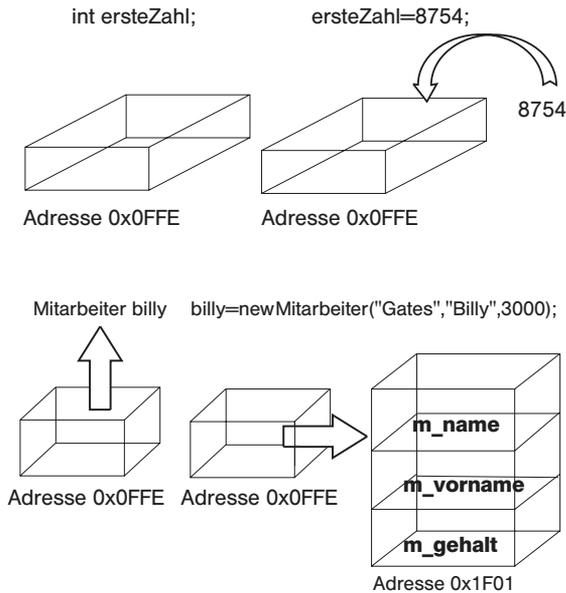


Bild 3.3 Instanzbildung

Noch deutlicher werden die Vorgänge, wenn wir die Instanzbildung in zwei Schritte zerlegen:

```
Mitarbeiter billy;
billy = new Mitarbeiter("Gates", "Bill", 3000);
```

Zuerst wird eine Variable vom Typ `Mitarbeiter` deklariert, die zu diesem Zeitpunkt noch keinen gültigen Wert besitzt. In der zweiten Zeile wird mit dem `new`-Operator eine neue Instanz kreiert und `billy` erhält dann den Verweis auf die Speicherzellen, wo die Instanz der Klasse zu finden ist.

Dies ist eine äquivalente Möglichkeit. Meistens werden Sie in Programmen die kompakte Variante sehen. Sie wissen ja, Programmierer sind schreibfaul und lieben das Kryptische ...



Achtung!

Alle Variablen von Klassen sind Referenzen.

Gewöhnen Sie es sich an, Referenzen direkt mit einer Instanz zu verbinden (beispielsweise durch Aufruf des `new`-Operators oder durch Zuweisung eines Werts). Ansonsten kann es zu Fehlern kommen, wenn Sie Referenzen verwenden, die wahllos auf irgendeinen Speicherbereich und nicht auf eine konkrete Instanz verweisen.

Zugriff auf Instanzen

Wie erfolgt nun der Zugriff auf die Instanzen `billy` und `stevie`? Nehmen wir beispielsweise die Anweisung `billy.datenAusgeben()`. Man gibt einfach den Namen der Instanz an

und den Namen der gewünschten Methode, verbunden durch einen besonderen Operator, den Punkt-Operator „.“.

Verfügt die Methode über Parameter, werden diesen in der Klammer Argumente übergeben. Wichtig bei der Parameterübergabe ist vor allem die Reihenfolge. Sie muss identisch sein mit der Reihenfolge in der Definition der Methode. Der Konstruktor der Klasse `Mitarbeiter` muss also immer zuerst zwei Zeichenfolgen für die Namen erhalten und dann eine Zahl für das Gehalt.

■ 3.5 Arrays

Nun wäre es recht unpraktisch, wenn wir uns in dem Beispiel für jeden neuen Mitarbeiter, für den wir eine Instanz der Klasse `Mitarbeiter` anlegen, auch einen neuen Variablennamen ausdenken müssten. Wenn die Firma etwas größer ist, dann kommen wir schon in arge Bedrängnis. Aber glücklicherweise gibt es dafür eine Konstruktion, die man Array nennt. Am besten schauen wir uns gleich ein Beispiel für die Definition eines Arrays an:

```
int[] werte = new int[100];
```

Obige Deklaration erzeugt ein Array mit dem Namen `werte` und 100 Elementen, wobei als Elemente nur Integer-Werte erlaubt sind. Möchte man andere Werte in dem Array ablegen, tauscht man einfach den Datentyp `int` in der Deklaration gegen einen beliebigen anderen Datentyp oder eine Klasse aus:

```
int[] vektor = new int[3];
boolean[] optionen = new boolean[3400];
Mitarbeiter[] personalListe = new Mitarbeiter[4000];
double[][] matrix = new double[3][3];
```

Sicherlich ist Ihnen aufgefallen, dass der Operator `[]` bei der Array-Definition die entscheidende Rolle spielt; er gibt an, wie viele Elemente in das Array aufgenommen werden können. Mit seiner Hilfe können auch mehrdimensionale Arrays angelegt werden, die man sich als eindimensionale Arrays vorstellen kann, deren Elemente wiederum aus Arrays bestehen.

Der `[]`-Operator wird aber nicht nur bei der Definition der Arrays, sondern auch zum Zugriff auf einzelne Elemente der Arrays verwendet: Man braucht lediglich in den eckigen Klammern anzugeben, auf das wievielte Element zugegriffen werden soll. Die Zahl in den Klammern nennt man daher auch Index und die Art des Zugriffs „indizierten Zugriff“.



Achtung!

Wenn Sie ein Array von zehn Elementen eines elementaren Datentyps deklarieren, beispielsweise `int`-Werte, dann sind in dem Array direkt zehn `int`-Werte enthalten (allerdings alle 0). Wenn Sie ein Array von zehn Objekten einer Klasse definieren, dann enthält das Array nur Null-Verweise (null-Referenzen). Sie müssen den einzelnen Array-Elementen erst Objekte der Klasse zuweisen.

```
vektor[0] = 4;
optionen[4] = false;
matrix[0][10] = 1.72;

// Objekte in Array ablegen
personalListe[0] = new Mitarbeiter("Schramm", "Herbert", 3500);
personalListe[1] = billy; // billy sei eine Mitarbeiter-Instanz

// Objekte in Array verwenden
personalListe[0].datenAusgeben();
personalListe[1].datenAusgeben();
```

Sie sehen, Arrays sind ganz einfach zu verwenden. Aber eine Regel müssen Sie sich besonders nachhaltig einprägen:

Das erste Element eines Arrays hat den Index 0 (in Worten NULL!). Diese seltsame Eigenschaft hat Java von der Programmiersprache C geerbt, wo sie schon Tausenden von Programmierern zahllose Stunden an Fehlersuche beschert hat.

Wieso? Der Grund liegt wohl in der menschlichen Psyche. Wenn Sie wie oben das Array `personalListe` mit 4000 Einträgen definiert haben, erfordert es geradezu übermenschliche Kräfte, um Ihrem Gehirn die fixe Idee auszutreiben, dass der Eintrag `personalListe[4000]` existiert. Da bei der Definition des Arrays aber die Anzahl an Elementen angegeben wird und der erste Eintrag bei 0 beginnt, ist das **falsch**. Das letzte gültige Element ist `personalListe[3999]`.

Im Gegensatz zu anderen Programmiersprachen werden Sie bei Java immerhin während der Programmausführung darauf hingewiesen, dass ein Zugriff auf nicht legale Elemente eines Arrays stattfindet, und der Java-Interpreter bricht ab mit der Fehlermeldung `ArrayIndexOutOfBoundsException`.



Achtung!

Das erste Element eines Arrays hat immer den Index 0.

Nun sind Sie auch gerüstet, um die `main()`-Funktion, die in jedem Programmbeispiel auftaucht, etwas besser zu verstehen:

```
public static void main(String[] args)
```

Wie Sie mittlerweile wissen, stehen in den runden Klammern die Parameter, die diese Funktion erwartet. `String[] args` bedeutet, dass `main()` ein Array von `String`-Objekten als Parameter erwartet. In Abschnitt 6.7 werden wir noch ein kleines Beispiel dazu sehen, wie man mithilfe von `args` Kommandozeilenargumente einliest und innerhalb des Programms verarbeitet.

Arrays sind Klasseninstanzen

Noch eine letzte Bemerkung zu Arrays: Jedes Array, das Sie anlegen, ist selbst automatisch eine Instanz der Klasse `Array` (auch so eine von den vielen schon mitgelieferten Klassen in Java, allerdings eine ganz besondere). Es gibt daher auch Methoden und Felder, auf die Sie

zugreifen können (wenn man sie kennt!). Ein sehr nützliches Feld ist beispielsweise `length`, es liefert die Größe des Arrays zurück:

```
Mitarbeiter[] personalListe = new Mitarbeiter[100];
int anzahlElemente;
// ....

anzahlElemente = personalListe.length;

// Gibt die Größe aus, also 100
System.out.println("Array Größe ist " + anzahlElemente);
```

Nach diesem ersten intensiven Kontakt mit Klassen wenden wir uns im nächsten Kapitel wieder anderen Grundbestandteilen von Java zu (obwohl Klassen uns auch da begegnen werden), bevor Sie in Kapitel 5 in die Tiefen der objektorientierten Programmierung eintauchen!

■ 3.6 Vordefinierte Klassen und Pakete

Zum Schluss aber noch einige wichtige Informationen über die Klassen, die schon fix und fertig in Java integriert sind, wie die `String`-Klasse. Diese Klassen sind in logische Gruppen sortiert, die sich *Pakete* nennen. Im Java-Standard (den dieses Buch behandelt) gibt es Dutzende von Paketen mit weit über 1000 Klassen! Eine immense Zahl, nicht wahr? Alle werden wir im Laufe des Buchs nicht kennenlernen, aber die wichtigsten und nützlichsten. Danach werden Sie als alter Java-Hase kein Problem mehr haben, in der Java-API-Dokumentation unter <http://docs.oracle.com/javase/9/docs/api/> herumzustöbern und hilfreiche Klassen zu entdecken und in Ihre Programme einzubauen, evtl. sogar zu modifizieren. Ja, auch das geht (meistens jedenfalls)!

Was muss man tun, um solche fertigen Klassen in eigenen Programmen zu verwenden? Ganz einfach: Entweder man stellt überall im Quellcode dem Klassennamen den Paketpfad voran oder man *importiert* den Klassennamen und verwendet die Klasse danach einfach so, als hätte man sie selbst definiert.

Die `String`-Klasse befindet sich beispielsweise im Paket `java.lang`. In unser Programm importieren wir sie mithilfe der Anweisung:

```
import java.lang.String;
```

Meistens braucht man mehrere Klassen aus einem Paket. Anstatt nun jede einzelne Klasse explizit zu importieren, kann man auch alle Klassennamen aus dem Paket mithilfe des `*`-Symbols importieren:

```
import java.lang.*;
```

Bestimmt nagen im Moment an Ihnen die Zweifel, ob Sie das richtige Buch lesen. Wieso hat denn das Beispiel von vorhin geklappt? Da war weit und breit kein `Import`-Schnickschnack. Es geht wohl doch ohne! Was also soll das alles? Nun ja, es gibt ein Paket, das automatisch

vom Compiler importiert wird, weil in ihm so viele wichtige und immer wieder benötigte Klassen sind, dass praktisch kein Programm ohne es auskäme. Und jetzt raten Sie mal, wie dieses Paket heißt! Genau. Aber für die anderen Pakete gilt das oben Gesagte. Sie müssen die Klassennamen explizit importieren oder sich die Mühe machen, die Klassennamen mit Paketpfad zu schreiben.



Eine Frage der Eindeutigkeit

Welcher Sinn liegt darin, die Klasse in Pakete aufzuteilen? Stellen Sie sich vor, Sie arbeiten mit anderen Programmierern zusammen an einem größeren Objekt. Jeder bearbeitet einen kleinen Teilaspekt der Anwendung und definiert dafür seine eigene Klassen, die später zur Gesamtanwendung zusammengefasst werden. Gut möglich, dass dabei zwei Programmierer Klassen gleichen Namens, beispielsweise `Vektor`, definiert haben. Wie aber soll der Compiler beim Übersetzen des Gesamtprogramms dann wissen, welche `Vektor`-Klasse wann gemeint ist.

Sind die beiden `Vektor`-Klassen in unterschiedlichen Paketen definiert, können sie dagegen problemlos beide verwendet und durch die Paketpfade voneinander unterschieden werden:

```
// Vektor-Klasse des einen Programmierers
projekt.jim.Vektor v = new projekt.jim.Vektor();
```

```
// Vektor-Klasse des anderen Programmierers
projekt.kurt.Vektor v = new projekt.kurt.Vektor();
```

Oder es wird eine `Vektor`-Klasse importiert und die andere bei Bedarf über den Paketpfad referenziert:

```
import projekt.jim.Vektor;
...
Vektor v = Vektor();
projekt.kurt.Vektor v = new projekt.kurt.Vektor();
```

Das Einzige, was man nicht tun darf, ist, beide Klassennamen in ein gemeinsames Paket zu importieren (und dadurch die eindeutige Zuordnung wieder aufzuheben).

3.7 Zusammenfassung

Daten werden in Programmen durch Variablen repräsentiert. Jeder Variablen entspricht ein Speicherbereich, in dem der aktuelle Wert der Variablen abgelegt wird. Variablen müssen deklariert werden, um dem Compiler den Namen der Variablen bekanntzumachen. Bei der Deklaration der Variablen wird auch der Datentyp der Variablen angegeben, der festlegt,

welche Werte die Variable aufnehmen kann und welche Operationen auf der Variablen durchgeführt werden können.

Klassen definieren Eigenschaften (Felder) und Verhaltensweisen (Methoden). Instanzen von Klassen werden mit dem Operator `new` und durch Aufruf des Konstruktors der Klasse gebildet.

Java-Programme sind Ansammlungen von Klassendefinitionen.

■ 3.8 Fragen und Antworten

1. Datentypen sind das A und O der Variablendeklaration. Zählen Sie die Schlüsselwörter auf, mit denen die verschiedenen Datentypen bei der Variablendeklaration spezifiziert werden.

`int, short, byte, long, char, boolean, float, double`

2. Welche der folgenden Variablennamen sind nicht zulässig?

```
123
zähler
JW_Goethe
JR.Ewing
_intern
_double
Liebe ist
```

Die folgenden Bezeichner sind nicht zulässig:

```
123           // Ziffer als erstes Zeichen
JR.Ewing     // Punkt in Namen
double       // reserviertes Schlüsselwort
Liebe ist    // Leerzeichen in Namen
```

3. Welche der folgenden Variablendeklarationen sind nicht zulässig?

```
int 123;
char c;
boolean option1, option2;
boolean option1 option2;
short y = 5;
short x = 5+1;
short x = y; // y wie oben
```

Die folgenden Deklarationen sind nicht zulässig:

```
int 123;           // ungültiger Name
boolean option1 option2; // fehlendes Komma
short x = y;      // x zuvor deklariert
```

4. Warum führt der folgende Code zu einem Compiler-Fehler?

```
long x;  
x = 5;  
long x;  
x = 4;
```

Die Variable `x` wird zweimal definiert. Würde der Compiler diesen Anweisungen folgen, würde er für jede Definition einen Speicherbereich reservieren und mit dem Namen `x` verbinden. Die Variable `x` wäre dann mit zwei Speicherbereichen verbunden. Dies darf aber nicht sein – zwischen einer Variablen und ihrem Speicherbereich muss immer eine eindeutige Beziehung bestehen.

5. Die Division haben Sie in Abschnitt 3.3 kennengelernt. Erinnern Sie sich noch an den Unterschied zwischen $250/4$ und $250.0/4$?

$250/4$ ist eine Division von Ganzzahlen. Der Compiler liefert daher auch ein ganzzahliges Ergebnis zurück: 62. Im Falle von $250.0/4$ wandelt der Compiler alle Werte in double-Fließkommazahlen um. Das Ergebnis lautet daher 62.5.

6. Warum rechnet der Computer mit Binärzahlen?

Computer sind elektronische Rechner, in denen Daten in Form von Spannungswerten verarbeitet werden. Einfacher als die Unterscheidung verschiedener Spannungswerte ist die Entscheidung, ob überhaupt Spannung vorhanden ist oder nicht. Ja oder Nein, Null oder Eins. Darum werden alle Daten binär codiert.

7. Was sind Klassen?

Klassen sind spezielle Datentypen, in denen verschiedene Variablen und Methoden zusammen deklariert werden können. In Java bestehen Programme praktisch nur aus der Definition von Klassen.

8. Welche Beziehung besteht zwischen einer Klasse und ihren Instanzen?

Klassen sind Datentypen, Instanzen sind „Werte“ von Klassen.

9. Welches Paket muss nicht explizit importiert werden?

Das Paket `java.lang` braucht nicht explizit importiert zu werden.

■ 3.9 Übungen

1. Angenommen, Sie wollten einen Flugsimulator schreiben. Ihre Szenerie ist ganz einfach aufgebaut und besteht praktisch nur aus einem Untergrund und drei Wassertürmen, die umflogen werden sollen. Überlegen Sie sich, welche Klassen Sie für diesen Flugsimulator definieren müssen, welche Felder und Methoden benötigt werden und welche Instanzen Sie erzeugen müssen.

2. Angenommen, Sie haben von einem anderen Programmierer eine Klasse `Auto` mit den Feldern `m_geschwindigkeit` und `m_benzinverbrauch` sowie den Methoden `anlassen()`,

`beschleunigen()` und `bremsen()`. Sie wissen sonst nichts über die Implementierung der Klasse. Wie rufen Sie die Methode `anlassen()` auf?

3. Was passiert in obiger Aufgabe, wenn Sie die Methode `bremsen()` aufrufen, bevor Sie die Methoden `anlassen()` und `beschleunigen()` aufgerufen haben?

Index

Symbole

" ResultSet (Schnittstelle) 300

A

abstract 91
AbstractButton (Klasse) 252
ActionEvent (Klasse) 172, 191, 212
Action (Klasse) 238
ActionListener 171, 212, 233, 238
actionPerformed() 172, 191
addActionListener() 173
addItemListener() 230
addMouseListener() 334
addMouseMotionListener() 337
Adressen 361
Algorithmen 157
– Sortieren (Arrays) 157
– Sortieren (Listen) 158
– Suchen (Arrays) 158
– Suchen (Listen) 158
Animationen 275
– Ablauf 279
Anweisungen 19, 29
Anwendungen
– an Freunde weitergeben 8, 320
– beenden 174
– erstellen 16
– Hauptklasse 62
– Programmablauf 55
– Programmgerüst 15, 164
– Programmstart 21
API-Dokumentation 348
Applets 3
Arbeitsspeicher 25

ArrayList (Klasse) 149
Arrays 48
– als Parameter 97
– Deklaration 48
– in Schleifen bearbeiten 72
Arrays (Klasse) 157
AudioClip (Schnittstelle) 288
AudioInputStream (Klasse) 289
Aufzählungen 70
Aufzählungen (enum) 307
Ausgabe 116
Autoboxing 151
AWT 161
– Ereignisbehandlung 168
– Layout-Manager einrichten 166
AWT-Event-Handling-Thread 266

B

beep() 172
Beispielsammlung 365
Bezeichner 30
– Variablen 30
Bilder 209
– anzeigen 213
– drawImage() 213
– getImage() 216
– in Bilder zeichnen 220
– Klasse Image 216
– Klasse ImageIcon 216
– Klasse ImageIO 218
– Klasse MediaTracker 218
– Klasse Toolkit 218
– laden 216, 218
– speichern 218

Bildlaufleisten 224, 256
 Binärdarstellung 23
 BorderLayout (Klasse) 333
 break 70, 75
 BufferedReader (Klasse) 129
 BufferedWriter (Klasse) 129
 ButtonGroup (Klasse) 195, 252
 Bytecode 6

C

C# 2
 C++ 2
 CamelCase 30
 case 69
 Casting 34, 35
 catch 79
 class 38, 39
 ClassLoader 317
 CLASSPATH-Umgebungsvariable 347
 Collections 147
 Collections (Klasse) 158
 Color (Klasse) 189
 Comparable (Schnittstelle) 158
 Compiler 5
 – deprecated-Warnung 100, 103
 – javac 16
 – versus Interpreter 5
 Component (Klasse) 244
 Connection (Schnittstelle) 299
 console() 117
 Console (Klasse) 117, 124
 continue 76
 currentThread() 269

D

Dateien
 – Ausgabe in Datei 121
 – Bilddateien 216
 – Dateinamen abfragen 214
 – in GUI-Anwendungen 226
 – Klasse FileReader 127
 – Klasse FileWriter 122
 – Klasse PrintWriter 121
 – kopieren 330
 – Lesen aus Datei 127
 – öffnen 139
 Datenbanken 295
 – SQL 339

Datenstrukturen 147
 – Hashtabellen 154, 238
 – Iteratoren 149
 – Keller 160
 – Liste 149
 – Menge 153
 – Sortieren (Arrays) 157
 – Sortieren (Listen) 158
 – Suchen (Arrays) 158
 – Suchen (Listen) 158
 – Wrapper-Klassen 150
 Datentypen 28
 – Arrays 48
 – enum 70
 – Klassen 38
 – umwandeln 34
 – Wertebereiche 28
 Datumsanzeige 143
 DBMS 296
 Debuggen 318
 DefaultListModel (Klasse) 256
 Definition 27
 Deinstallation (JDK) 343
 Deklaration 27
 – Datentyp 25
 – versus Definition 27
 delete() 123
 deprecated 100, 103
 Dialoge 231
 – feste Größe 234
 – Klasse JDialog 233
 – Klasse JFileChooser 214
 – Klasse JOptionPane 236
 – modal/nichtmodal 233
 – nichtmodale 242
 – Schaltflächen 234
 – schließen 234
 – versus Fenster 231
 dispose() 200
 Document (Klasse) 228
 doInBackground() 280
 done() 280
 drawImage() 213
 Drucken 239
 – Klasse MessageFormat 240
 – print() 239

E

E/A

– Streams 115

Editoren 9

– Editor (notepad) 9

– Linux 9

– Notepad++ 9

– Windows 9

EditorKits 238

Einfügemarke 226

Eingabe 124

Eingabeaufforderung (Konsole) 11, 346

Eingabefelder 249

Ein- und Ausgabe 115

else 66

Endloschleifen 72

Entwicklungsumgebungen

– integrierte 13

– selbst eingerichtete 10

enum 70, 307

Ereignisbehandlung 168

– actionPerformed() 172, 191

– Adapter-Klassen 173

– addActionListener() 173

– addItemListener() 230

– addMouseListener() 334

– addMouseMotionListener() 337

– Ereignisquellen 169

– Ereignisse 168

– Event-Lauscher 169

– für die Maus 334, 337

– für Fenster 173, 175

– für Kombinationsfelder 230

– für Menübefehle 212, 238

– für Schaltflächen 171

– getActionCommand() 191

– itemStateChanged() 230

– Klassen importieren 171

– Komponente ausgewählt 171

– Listener-Schnittstellen 171

– Mausklicks 195

– Mauskoordinaten 196

– Maus überwachen 334

– mouseClicked() 334

– mouseDragged() 198

– MouseEvent-Parameter 196

– mousePressed() 196

– Parameter 172, 191

– Quelle identifizieren 191

– windowClosing() 174

– Ziehen der Maus 198

Exceptions 77

– abfangen 77

– auslösen 78

– behandeln 79

– Code überwachen 79

– finally 130

– für Closeable-Objekte 130

– getMessage() 79

– printStackTrace() 79

– Schlüsselwort catch 79

– Schlüsselwort throw 78

– Schlüsselwort try 79

execute() 280

exists() 123

exit() 174

extends 87, 315

F

Farben 188

– definieren 189

– RGB-Format 189

– setColor() 189

Fehlerbehandlung 77

Fehlersuche 318

Fenster 164

– anzeigen 166

– Dialoge 231

– Ereignisbehandlung 173, 175

– Fenstertitel 165

– feste Größe 234

– gestalten 165

– Hauptfenster 175

– instanzieren 165

– Layout wählen 166

– pack() 166

– Schaltflächen 234

– schließen 234

– setVisible() 166

– versus Dialoge 231

File (Klasse) 123

FileReader (Klasse) 127

final 31

– Klassen 90

– Methoden 91

– Parameter 96

- Variablen 31
- finalize() 102
- finally 80, 130
- FocusListener 176
- Font (Klasse) 225
- Fonts 225
 - Font-Name 225
 - installierte 226
 - Klasse Font 225
 - Namen 225
 - Stil 225
 - Systemfonts abfragen 337
 - und Plattformabhängigkeit 225
- for 71, 73, 149
- Freihandlinien 198

G

- gc() 102
- Generics 148, 311
- getAbsolutePath() 123, 215
- getActionCommand() 191
- getAvailableFontFamilyNames() 226, 337
- getCanonicalPath() 123
- getGraphics() 199, 200
- getImage() (Imagelcon) 216
- getMessage() 79
- getName() 123
- Grafik 183
 - Animationen 275
 - Arbeitsmaterial 183
 - Bilddateien 209
 - Farben 188, 189
 - Freihandlinien 198
 - Füllmuster 203
 - geometrische Figuren 196
 - getGraphics() 200
 - Gradientenfüllung 203
 - Graphics-Objekte selbst erzeugen 199
 - Hintergrundfarbe 188
 - in Bilder zeichnen 220
 - in Komponenten 262
 - Java2D 201
 - JPanel 213
 - Klasse Graphics 185
 - Koordinatentransformationen 188
 - Leinwand 183
 - Mausklicks 195
 - Neuzeichnen forcieren 185

- paint() 183
- paintComponent() 183, 184, 213
- Rekonstruktion 184
- repaint() 185
- Skalierung 188
- Strichstärke 202
- Ursprung verschieben 188
- vorbereitende Maßnahmen 184
- Vordergrundfarbe 188
- Zeichenfläche 183
- Zeichenkontext erzeugen 199
- Zeichenmethoden 183, 185
- Ziehen der Maus 198
- zweidimensionale 201
- Graphics (Klasse) 185
- GraphicsEnvironment (Klasse) 337
- GridBagLayout (Klasse) 262
- GridLayout (Klasse) 192
- GUI (Graphical User Interface) 161
 - Aufbau 163
 - AWT 161
 - Bilddateien 209
 - Container 162, 165
 - Ereignisbehandlung 168
 - Ereignislauscher 163
 - Fenster 164
 - Grafiken 183
 - Hauptfenster schließen 173
 - Klassen importieren 164
 - Komponenten 162
 - Layout-Manager 162, 166
 - Menüleisten 212, 258
 - Oberflächen 162
 - Oberflächenelemente 165
 - Programme beenden 173
 - Programmgerüst 164
 - Swing 161
 - Text 221
 - Threads 280
 - Überblick 162

H

- HashMap (Klasse) 155
- HashSet (Klasse) 153
- Hashtabellen 154, 238
- Hashtable (Klasse) 155
- Hauptfenster 175
- Hauptklasse 62

I

if 66
 if-Bedingung 66
 ImageIcon (Klasse) 216, 262
 ImageIO (Klasse) 218
 Image (Klasse) 216
 immutable 131, 144
 implements 110
 import 50, 64
 Importieren
 - Swing-Klassen 164
 Initialisierung 27
 Inkrement 32
 Installation (JDK) 342
 - Klassenpfad anpassen (CLASSPATH) 347
 - Linux 343
 - Systempfad erweitern (PATH) 344
 - Windows 342
 instanceof 315
 Instanzbildung 45
 Instanzen 44
 - Instanzbildung 45
 - Schlüsselwort new 46
 - Zugriff 47
 Instanzvariablen 99
 Interfaces 108
 Internet
 - URLs 287
 Interpreter 5
 - java 17
 - versus Compiler 5
 interrupt() 269
 invalidate() 185
 isDirectory() 123
 isFile() 123
 isInterrupted() 269
 ItemEvent (Klasse) 230
 ItemListener 177, 230
 itemStateChanged() 230
 Iteratoren 149

J

jar-Archiv 315
 Java
 - Anwendungen an Freunde weitergeben 8, 320
 - AWT 161
 - Bytecode 6
 - Compiler 16
 - Dokumentation 348
 - Editoren 9
 - Entwicklungsumgebungen 10, 13
 - Entwicklungswerkzeuge 9
 - Geschichte 1
 - Groß- und Kleinschreibung 30
 - GUI-Anwendungen 163
 - Interpreter 17
 - JavaScript 3
 - JDK 9
 - JRE 320, 343
 - Klassenbibliothek 353
 - Pakete 50, 353
 - Plattformunabhängigkeit 7
 - Programme debuggen 318
 - Schlüsselwörter 351
 - Speicherbereinigung 102
 - Swing 161
 - versus C# 2
 - versus C++ 2
 java (Interpreter) 17
 Java2D 201
 javac (Compiler) 16
 JavaDB 298
 JavaFX 289
 JavaScript 3
 javaw 323
 JButton (Klasse) 165, 248
 JCheckBox (Klasse) 252
 JComboBox (Klasse) 228, 254
 JDBC 297
 JDialog (Klasse) 233
 JDK 9
 - Deinstallation 343
 - Installation 342
 - Klassenpfad anpassen (CLASSPATH) 347
 - Systempfad erweitern (PATH) 344
 JFileChooser (Klasse) 214
 JFrame (Klasse) 164
 JLabel (Klasse) 246
 JList (Klasse) 254
 JMenuBar (Klasse) 212, 258
 JMenuItem (Klasse) 212, 258
 JMenu (Klasse) 258
 JOptionPane (Klasse) 282
 JPasswordField (Klasse) 251
 JRadioButton (Klasse) 194, 252

JRE 320, 343
 JScrollBar (Klasse) 256
 JScrollPane (Klasse) 223, 257
 JTextArea (Klasse) 222, 249
 JTextComponent (Klasse) 222
 JTextField (Klasse) 222, 249
 JTextPane (Klasse) 222, 249

K

Keller 160
 KeyListener 176
 Klassen
 – abgeleitete Klasse 85
 – abstrakte 91
 – Arrays 49
 – Basisklasse 85
 – .class-Datei 62
 – Daten schützen 105
 – deklarieren 38
 – eines Programms 62
 – Felder 40
 – finalize() 102
 – Hauptklasse 62
 – innere Klassen 106
 – Instanzen 44
 – Instanzen auflösen 102
 – Instanzen bilden 45
 – Instanzvariablen 99
 – Klassenvariablen 100
 – Konstruktoren 43
 – Mehrfachvererbung 107
 – Methoden 40, 93
 – Object 107
 – Pakete 50, 63
 – programmieren mit 44
 – Schlüsselwort abstract 91
 – Schlüsselwort class 38, 39
 – Schlüsselwort final 90
 – Schlüsselwort new 46
 – Schlüsselwort public 106
 – Schnittstellen 108
 – Speicherbereinigung 102
 – statische Methoden 101
 – this 104
 – Übersicht 353
 – Vererbung 85
 – versus Schnittstellen 109
 – vor Instanziierung schützen 91
 – vor Vererbung schützen 90
 – wiederverwenden 62
 – Wrapper-Klassen 150
 – Zugriffsmodifizierer 65, 104, 106
 Klassenpfad 347
 Klassenvariablen 100
 Kombinationsfelder 254
 Kommandozeilenparameter 134
 Kommentare 18
 Komponenten
 – anordnen 166
 – Basisklasse Component 244
 – Befehlsnamen 191
 – Bildlaufleisten (JScrollbar) 256
 – Bildlaufleisten (JScrollPane) 224, 257
 – Container 165
 – Eingabefelder (JPasswordField) 251
 – Eingabefelder (JTextField und JTextArea) 249
 – Ereignisbehandlung 172
 – getGraphics() 200
 – Größe festlegen 188
 – Größe festsetzen 335
 – Hierarchie 243
 – Hintergrundfarbe 188
 – in Container aufnehmen 165
 – in Fenster aufnehmen 165
 – Kombinationsfelder (JComboBox) 228, 254
 – Kurzinfos 263
 – Layout-Manager 166
 – Leinwand, an Fenstergröße anpassen 213
 – Listenfelder (JList) 254
 – Menüleisten 212, 258
 – mit Symbolen 262
 – Optionsfelder 194, 252
 – Schaltflächen (JButton) 165, 248
 – setBounds() 168
 – statische Textfelder (JLabel) 246
 – Titel ändern 333
 – Vordergrundfarbe 188
 Konsole (Eingabeaufforderung) 11, 346
 Konstanten 30
 – final 31
 – Literale 30
 Konstruktoren 43
 – Basisklassenkonstruktor aufrufen 90
 – in GUI-Anwendungen 165
 – Standardkonstruktor 112
 Kontrollkästchen 252

Kontrollstrukturen 66
– Bedingungen 66
– Schleifen 70
Koordinatentransformationen 188
Kurzfis 263

L

Lambda-Ausdrücke 310
launch4j 324
Layout-Manager 166
– BorderLayout 333
– FlowLayout 166
– GridBagLayout 262
– GridLayout 192
– null-Layout 168
– ohne Layout-Manager positionieren 168
– Panel-Container 192
– und Container 167
– verschachtelte Container 192
LinkedList (Klasse) 149
Linux
– Beispiele 365
– CLASSPATH-Umgebungsvariable setzen 347
– JDK-Installation 343
– PATH-Umgebungsvariable setzen 344
Liste 149
Listenfelder 254
listFiles() 123
Literele 30
Literatur 361
LocalDate (Klasse) 143
LocalDateTime (Klasse) 143
LocalTime (Klasse) 143
Look&Feel 177

M

main() 21, 164
Media (Klasse) 289
MediaPlayer (Klasse) 289
MediaTracker (Klasse) 218
Menge 153
Menüs 212, 258
– aufbauen 212, 258
– Ereignisbehandlung 212
– in Fenster aufnehmen 258
– Menübefehle 259

– Menüleisten 212, 258
– setJMenuBar() 258
– setMenuBar() 258
– Tastaturkürzel 213, 259
MessageFormat (Klasse) 240
Metal-Look 177
Methoden 93
– Basisklassenversion aufrufen 90
– Datenaustausch 42
– Deklaration 41, 93
– lokale Variablen 41
– main() 21, 164
– ohne Methodenkörper 92
– Parameter 94
– Parameterübergabe 94
– Polymorphie 89
– Rückgabewert 94
– Schlüsselwort abstract 92
– Schlüsselwort final 91
– Schlüsselwort return 94
– Schlüsselwort static 101
– Schlüsselwort void 42
– Signatur 93
– überschreiben 88, 89
– Überschreibung erzwingen 92
– vor Überschreibung schützen 91
MIDI 290
MidiChannel (Schnittstelle) 291
Modularisierung 56
– durch Klassen 60
– durch Methoden 59
Moduldeskriptor 317
Module 316
MouseAdapter (Klasse) 195
mouseClicked() 334
mouseDragged() 198
MouseEvent (Klasse) 196
MouseListener 176, 195
MouseMotionAdapter (Klasse) 177, 199
MouseMotionListener 177, 198
mousePressed() 196

N

Namensgebung
– Variablen 30
nativer Look 177, 180
new 46
next() 127

nextInt() 127
 nextLine() 127
 Notepad 9
 Notepad++ 9
 now() 144

O

Oberflächenelemente 165
 Object (Klasse) 107, 148
 Objektvariablen 44, 95
 of..() (LocalDateTime) 144
 OOP (Objektorientierte Programmierung) 37
 – Fehlerbehandlung mit Exceptions 77
 – Kapselung 67
 – Klassen 38
 – Objekte 38
 – Polymorphie 89
 – Vererbung 85
 Operatoren 31
 – Division 36
 – Inkrement 32
 – Modulo 83
 – Priorität 34
 Optionsfelder 252

P

pack() 166
 package 64
 paint() 183
 paintComponent() 183, 184, 213
 Pakete 50
 – anlegen 63
 – importieren 50
 – Schlüsselwort import 50, 64
 – Schlüsselwort package 64
 – und Zugriffsregelung 106
 Panels
 – Fenster-Layout 192
 Parameter
 – bei der Ereignisbehandlung 172
 – final 96
 – Übergabe an Anwendungen 134
 – von Methoden 94
 parse() (LocalDateTime) 144
 PATH-Umgebungsvariable 344
 Period (Klasse) 146
 Polymorphie 89

print() 116, 239
 printf() 118
 println() 42, 116, 117
 printStackTrace() 79
 PrintStream (Klasse) 117
 PrintWriter (Klasse) 120, 121
 process() 280
 Programme 15
 Programme *siehe* Anwendungen
 Programmerstellung 5
 – Ablauf 5
 – Fehlersuche 318
 Programmierbeispiele
 – Bildbetrachter 209
 – Bilderanimation 280
 – Dateiliste 123
 – Download 365
 – drucken 239
 – Funktionenplotter 186, 189
 – Hashtabelle 156
 – Instanzenzähler 99
 – Kaninchen 74
 – Keller 160
 – KlavierDemo 292
 – Listen 151
 – Sichelzellenanämie 135
 – Stack 160
 – Swing-Look&Feel 178
 – Texteditor 221
 – Zeitanzeige 270, 275
 – Zinsrechnung 56
 Prompt 11
 Prozess 265
 public 65, 106
 publish() 280

R

Random (Klasse) 141
 read() (FileReader) 128
 readLine() 124
 Referenzen 46
 renameTo() 123
 repaint() 185
 resume() 269
 return 94
 runFinalization() 103

S

- Scanner (Klasse) 125
- Schaltflächen 248
 - mit Symbolen 262
- Schleifen 70
- Schlüsselwörter 351
 - abstract 91
 - break 70, 75
 - case 69
 - catch 79
 - class 38, 39
 - continue 76
 - else 66
 - extends 87
 - final 31, 90, 96
 - finally 80, 130
 - for 71, 73
 - if 66
 - implements 110
 - import 50, 64
 - new 46
 - package 64
 - return 94
 - static 100, 101
 - super 90
 - switch 69
 - synchronized 273
 - this 104
 - throw 78
 - try 79, 130
 - void 42
 - while 71
- Schnittstellen 108
 - Ableitung 110
 - ActionListener 171, 212, 233, 238
 - addActionListener() 173
 - addItemListener() 230
 - addMouseListener() 334
 - addMouseMotionListener() 337
 - Comparable 158
 - Deklaration 108
 - FocusListener 176
 - ItemListener 177, 230
 - KeyListener 176
 - Listener-Schnittstellen 171
 - MouseListener 176
 - MouseMotionListener 177, 198
 - Nutzen 109
 - Runnable 271
 - Schlüsselwort implements 110
 - TextListener 177
 - und Ereignisbehandlung 171
 - versus Klassen 109
 - WindowListener 173, 177
- Schriftarten 225
- Sequencer (Schnittstelle) 290, 291
- Servlets 3
- Set (Klasse) 153
 - setAccelerator() 213
 - setBounds() 168
 - setDefaultCloseOperation() 175
 - setLayout() 166, 167
 - setLookAndFeel() 178
 - setToolTipText() 263
 - setVisible() 166
 - showConfirmDialog() 237
 - showInputDialog() 237
 - showMessageDialog() 237
 - showOpenDialog() 214
- Sichelzellenanämie 135
- sleep() 269
- Sortieren (Arrays) 157
- Sortieren (Listen) 158
- SQL 297, 300
 - ORDER BY-Klausel 339
 - WHERE-Klausel 339
- Stack 160
- Stack (Klasse) 160
- Standardausgabe 115
- Standardeingabe 115
- start() (Thread) 269
- Statement (Schnittstelle) 299
- static 100, 101
- Steuerelemente 165
- stop() (Thread) 269
- Streams 115
 - Standardausgabe 115
 - Standardeingabe 115
 - System.in 115
 - System.out 115
- String (Klasse) 131
- StringBuffer (Klasse) 135
- StringBuilder (Klasse) 128, 135
- Strings 131
 - aneinanderhängen 131
 - Klasse String 131
 - Klasse StringBuffer 135

- Klasse StringBuilder 128, 135
- Klasse StringTokenizer 146
- konkatenieren 131
- konvertieren 131, 132
- Länge 131
- nach Teilstrings suchen 236, 337
- Speicherverwaltung 135
- StringBuilder-Methoden 137
- String-Methoden 134
- vergleichen 132
- zerlegen 146
- StringTokenizer (Klasse) 146
- Suchen (Arrays) 158
- Suchen (Listen) 158
- super 90, 315
- suspend() 269
- Swing 161
 - Ereignisbehandlung für Fenster 173, 175
 - Look&Feel 177
 - Metal-Look 177
 - Metal-Themes 177
 - nativer Look 177, 180
 - UIManager 177
 - Windows-Look 180
- SwingUtilities 274
- SwingWorker (Klasse) 280
- switch 69
- Synchronisierung 273
- synchronized 273
- System (Klasse) 103
- System.in 115
- System.out 115
- System-Piep 172

T

- Tabellen (Datenbanken) 296
- Tastaturkürzel 213
- Text 221
 - drucken 239
 - Editierbarkeit festlegen 241
 - EditorKits 238
 - Einfügemarke setzen 226
 - Font 225
 - JTextArea 222
 - JTextField 222
 - JTextPane 222
 - nach Textstellen suchen 235
 - Textdateien laden (und speichern) 226

- Textsuche fortsetzen 337
- verfügbare Fonts ermitteln 242
- Zwischenablage 237
- TextArea (Klasse) 249
- Textfelder 249
 - statische 246
- TextListener 177
- this 104
- Thread 265
- Thread (Klasse) 268
- Threads 265
 - Animationen 275
 - Ausführung starten 269
 - currentThread() 269
 - GUI-Manipulation 274
 - interrupt() 269
 - isInterrupted() 269
 - Klasse Thread 268
 - präemptives Multithreading 266
 - Prioritäten 273
 - Prozesse 265
 - resume() 269
 - Runnable-Schnittstelle 271
 - setPriority() 273
 - sleep() 269
 - start() 269
 - stop() 269
 - suspend() 269
 - Swing 280
 - Synchronisierung 273
- thread-safe 275
- throw 78
- Token 126
- Toolkit (Klasse) 172, 218
- ToolTips 263
- Treiber (Datenbanken) 298
- try 79, 130
- Typumwandlung 34
 - Autoboxing 151
 - automatische 34
 - Casting 35
 - Division 36
 - explizite 35
 - Strings 132

U

- Umlaute 117, 122
- Unicode 28

updateComponentTreeUI() 178
URL (Klasse) 288
URL (Uniform Resource Locator) 287

V

Variablen

- Arbeit mit 27
- Bereichsüberschreitung 35
- Deklaration 25
- Felder 40
- final 31
- Initialisierung 27
- Instanzen 44
- Instanzvariablen 99
- Kategorien 99
- Klassenvariablen 100
- lokale 41
- Namensgebung 30
- Parameter 94
- Schleifenvariablen 71
- Schlüsselwort static 100
- schützen 105
- Typumwandlung 34
- Verdeckung 103
- Wert 26

Vererbung 85

- abgeleitete Klasse 85
- abgeleitete Objekte als Basisklassenobjekte 89, 93
- abstrakte Klassen 91
- Basisklasse 85
- Basisklasse festlegen 87
- Basisklassenkonstruktor aufrufen 90
- final-Klassen 90
- geerbte Methoden überschreiben 88, 89
- Object 107
- Polymorphie 89
- private Elemente 112

- Schlüsselwort abstract 91
- Schlüsselwort extends 87
- Schlüsselwort final 90
- Schlüsselwort super 90
- Schnittstellen 108
- Standardkonstruktor 111
- überschriebene Methoden aufrufen 90

void 42

W

Wachstumsprozesse 74
while 71
WindowAdapter (Klasse) 174
windowClosing() 174
WindowListener 173, 177
Windows

- CLASSPATH-Umgebungsvariable setzen 347
- JDK-Installation 342
- PATH-Umgebungsvariable setzen 344

Windows-Look 180
Wrapper-Klassen 150
write() (FileWriter) 123

Z

Zahlensysteme 23
Zeichenfolgen 146
Zeichnen 183
Zeitmessung 145
Zeit- und Datumsangaben

- erzeugen 144
- Formate 145
- rechnen mit 144

Zeit- und Datumsanzeige 143
Zufallszahlen 141
Zugriffsmodifizierer 65, 106
Zwischenablage 237