Einfache Datentypen vs. Klassen

Die Programmiersprache Java (die auf der Sprache C++ basiert) ist zwar objektorientiert, aber nicht vollständig. In einer **vollständig objektorientierten** Sprache (wie z.B. Smalltalk) sind alle Datentypen Klassen mit Attributen, Methoden usw.

In Java (wie im Vorgänger C++) gibt es einige einfache, häufig verwendete Datentypen wie int, double und boolean, die keine Klassen sind. Das heißt, wenn man eine Variable vom Typ int deklariert, kann man auf diese Variable keine Methoden anwenden:

```
public void beispiel()
{
   int a;
   a.set(0);          // nicht möglich
   a.increase(5);
}
```

Man sieht den Unterschied auch an der Schreibweise: die „einfachen“ Datentypen int, double usw. beginnen mit einem Kleinbuchstaben, während alle Klassen mit Großbuchstaben beginnen.

Ein Grund, warum man in Java diesen Unterschied macht, ist, dass Klassen mit ihren Methoden zusätzlichen Zeitaufwand sowie Speicherplatz im Programmablauf verursachen. Jeder Methodenaufruf kostet beim Programmablauf einige zusätzliche Prozessorbefehle, und jedes Objekt belegt einige Bytes zusätzlich zu den eigentlichen Daten, die es speichert (den sogenannten „Overhead“). Da insbesondere Zahlen in Schleifen oft massenhaft bearbeitet werden, möchte man sich diesen Zusatzaufwand in zeit- bzw. speicherkritischen Anwendungen ersparen.

Einfache Datentypen und Datenstrukturen

Grundsätzlich ist es kein großes Problem, dass es einfache Attribute und Variablen gibt, die keine Objekte sind. In einigen Situationen ist das aber hinderlich. Möchte man zum Beispiel eine dynamische Liste von Zahlen verwenden, kann man diese nicht mit „int“ als Inhalts-Objekt deklarieren – denn die Klasse List benötigt eine Klasse als „ContentType“:

```
public class Zahlenliste
{
   private List<int> zl;   // nicht möglich!
```

Eine Lösung wäre, selbst eine Klasse zu implementieren, die ein Attribut vom Typ int hat, und diese dann als ContentType zu verwenden. Da das aber recht aufwendig ist, haben die Entwickler von Java für solche Fälle sogenannte „Wrapper-Klassen“ für die einfachen Datentypen int, double usw. entwickelt, die Programmierer in solchen Fällen verwenden können.

Wrapper-Klassen

Eine Wrapper-Klasse „verpackt“ sozusagen einen einfachen Datentyp in eine Klasse. Diese Klassen heißen ähnlich wie die einfachen Datentypen, beginnen aber mit Großbuchstaben.

Datentyp	Wrapper-Klasse
`int`	`Integer`
`double`	`Double`
`boolean`	`Boolean`
`char`	`Character`

Beispielhaft werden hier einige Methoden der Klassen Integer und Double vorgestellt. Die vollständige Beschreibung aller Wrapper-Klassen ist in der Java-API-Dokumentation zu finden.

Klasse Integer

`Integer(int pValue)`	Konstruktor, der den int-Wert pValue für das erzeugte Objekt übernimmt.
`Integer(String pText)`	Konstruktor, der die durch den Text pText dargestellte Zahl für das erzeuge Objekt übernimmt.
`int intValue()`	Gibt den Wert des Objekts als int zurück.
`String toString()`	Gibt den der Zahl entsprechenden Text zurück.

Klasse Double

`Double(double pValue)`	Konstruktor, der den double-Wert pValue für das erzeugte Objekt übernimmt.
`Double(String pText)`	Konstruktor, der die durch den Text pText dargestellte Zahl für das erzeuge Objekt übernimmt.
`double doubleValue()`	Gibt den Wert des Objekts als double zurück.
`String toString()`	Gibt den der Zahl entsprechenden Text zurück.

Das folgende, vorläufige (!) Beispiel zeigt, wie man Objekte der Klasse Double erzeugt. Um mit den darin enthaltenen Zahlen zu rechnen, muss man sie in „einfache“ double-Werte umwandeln, denn die Klasse Double (wie auch die Klasse Integer) stellt keine Methode zum Rechnen für ihre Objekte zur Verfügung. Dazu kann man die Methode doubleValue() benutzen. Für die Ausgabe auf der Konsole kann man die Methode toString() anwenden.

```
public void beispiel
{
   Double zahl1, zahl2, ergebnis;

   zahl1    = new Double(7.0);
   zahl2    = new Double(zahl.doubleValue() + 9.0);
   ergebnis = new Double(Math.sqrt(zahl2.doubleValue()));

   if (ergebnis.doubleValue() > 0.0)
   {
      Console.println(ergebnis.toString());
   }
}
```

Automatische Umwandlung

Um den Umgang mit Objekten von Wrapper-Klassen zu vereinfachen, haben die Entwickler von Java eine automatische Umwandlung zwischen einfachen Datentypen (int, double) und Wrapper-Klassen (Integer, Double) eingeführt.

Man kann daher Objekte von Wrapper-Klassen wie einfache Variablen in Ausdrücken, Zuweisungen und als Parameter einsetzen und Operatoren wie +, –, *, /, <, > anwenden, und sie in solchen Ausdrücken mit einfachen Variablen und Konstanten frei „mischen“.
Die Methoden der Klassen Integer, Double usw. braucht man daher nur selten.

```
public void beispiel
{
   Double zahl1, zahl2, ergebnis;

   // Konstante 7.0 wird von double nach Double umgewandelt
   zahl1 = 7.0;

   // zahl1 wird für die Addition nach double umgewandelt
   zahl2 = zahl1 + 9.0;

   // zahl2 wird für Math.sqrt nach double umgewandelt
   // Die Rückgabe von Math.sqrt wird nach Double umgewandelt
   ergebnis = Math.sqrt(zahl2);

   if (ergebnis > 0.0)
   {
      // Auch die Umwandlung nach String geschieht automatisch
      Console.println(ergebnis);
   }
}
```

Autor: Christian Pothmann – cpothmann.de, freigegeben unter CC BY-NC-SA 4.0, Juli 2023

Listen von Zahlen

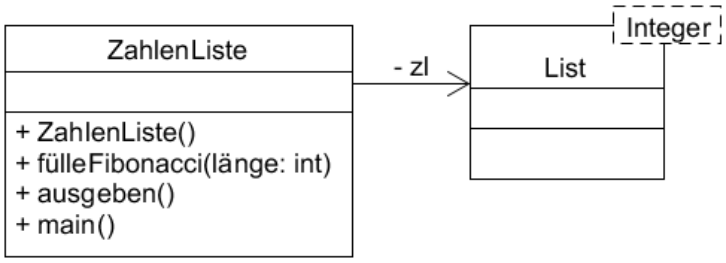
Mit Wrapper-Klassen kann man dynamische Datenstrukturen von Zahlen erzeugen:

```
public class ZahlenListe
{
   private List<Double> zl;
   ...
   public void beispiel()
   {
      // Objekt auf „klassische Art“ erzeugen und einfügen
      Double zahl = new Double(3.0);
      zl.append(zahl);

      // Automatische Umwandlung von double nach Double nutzen
      zl.append(4.0);
   }
}
```

Aufgabe

Implementiere die Klasse ZahlenListe mithilfe der ausgeteilten BlueJ-Vorlage.



Die Methode fülleFibonacci() füllt die Liste zl von Integer-Objekten mit den Werten der Fibonacci-Folge:
$f_1 = 1$, $f_2 = 1$, $f_3 = f_2 + f_1$, $f_4 = f_3 + f_2$, usw.
Allgemein: $f_n = f_{n-1} + f_{n-2}$.
Der Parameter länge gibt an, wie viele Elemente die Liste haben soll.

Die Methode ausgabe() gibt die Werte der Liste auf der Konsole aus.

Beachte, dass Integer maximal den Wert von f_{46} fassen kann. Für größere Werte müsstest du statt Integer die Klasse Long (und für Variablen den Datentyp long) verwenden. Auch hier ist bereits bei f_{92} Schluss. Für noch größere Werte gibt es die Klasse BigInteger[1], für die es dann allerdings keine automatische Umwandlung in einfache Variablen gibt.

1 Hinweis zu BigInteger: die maximale Größe wird mit $2^{\text{Integer.MAX\_VALUE}}$ angegeben. Da Integer meist als 32-Bit-Wert implementiert ist, wäre das ca. $2^{2\text{ Mrd}}$. Die größte mit BigInteger darstellbare Zahl würde allein also ca. 2 Mrd. Bit beanspruchen, das sind 250 Megabyte. Eine Liste von solch großen Zahlen würde schnell den gesamten Arbeitsspeicher (oder ggf. sogar die gesamte Festplatte) füllen, daher wird hier die Anzahl der Elemente der Liste durch den zur Verfügung stehenden Speicher begrenzt.